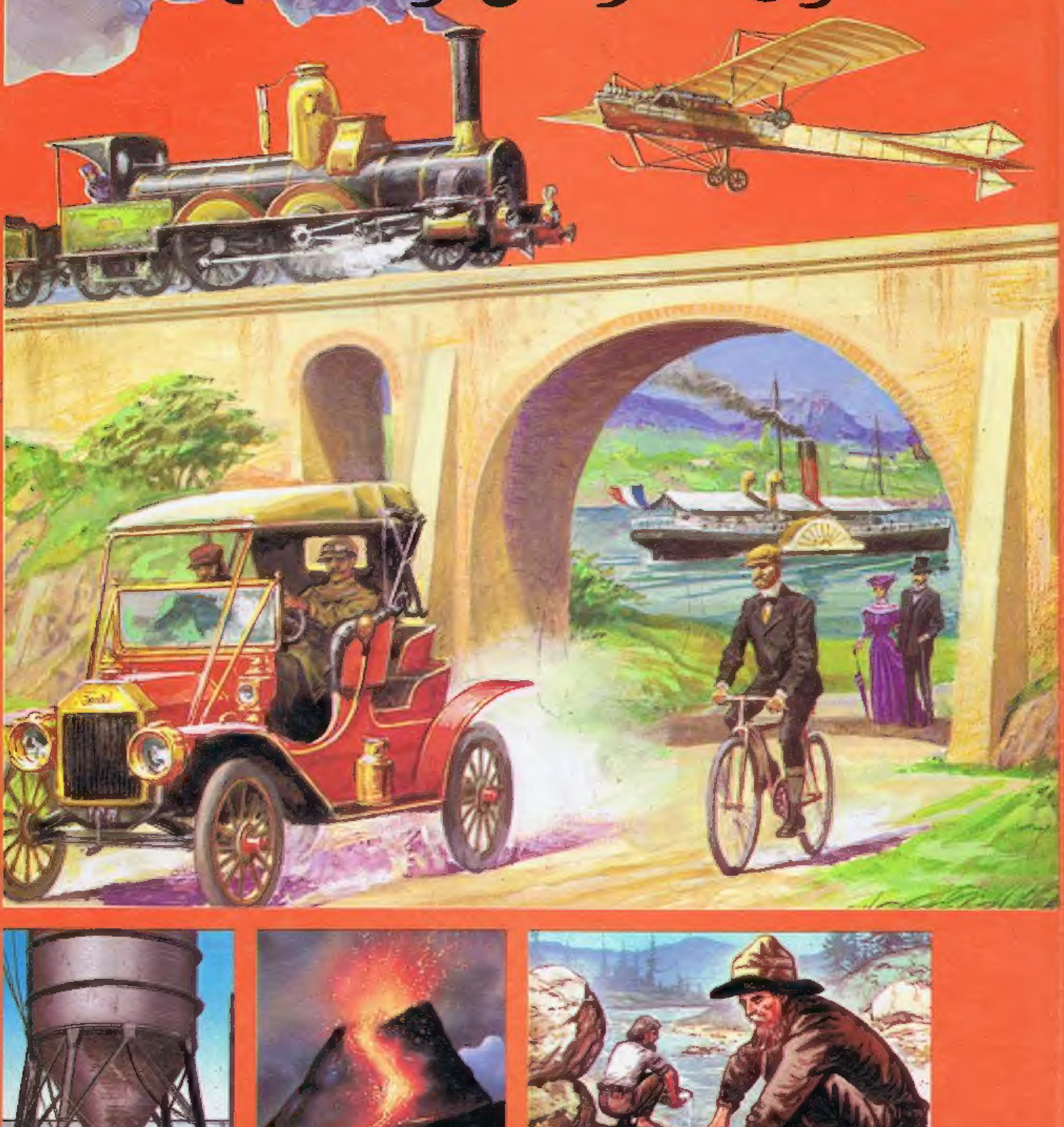
أسئلة ؟ وأجوبة

فوق الأرض وتحتها



الشركة الشرقية للمطبوعات

ساهم في إعداد هذه الموسوعة:

جان ـ بول البير
استاذ في التاريخ والجغرافيا

بيار اڤيروس
دكتور في الفيزياء واوقيانوغرافي

جان ـ فرنسوا كارتييه
مستشار في الزراعة

دمينيك داڤي
مهندس معماري ومدني

ميراي فورنييه
مجازة في الحقوق

دنيز غرينون
طبيبة

كريستين غرونتوالد
استاذة في علم الاحياء

جان ـ ميشال مازان
عالم بالطبيعيات والإحاثة

ماري ـ بيار بردريزه
مؤرخة

جان ـ بول توتان
عالم براكين

تحت اشراف:

مارتين ودانيال ساسييه وبيار اڤيروس
والشركة الشرقية للمطبوعات

© Gruppo Editoriale Fabbri
© EDIWONDERS: Arabic edition
DISTRIBUTION:
EASTERN CO. FOR PUBLICATIONS LTD.

انتاج وتوزيع:
الشركة الشرقية للمطبوعات

أسئلة ؟ وأجوبة

فوق الأرض وتحتها

الشركة الشرقية للمطبوعات

مِنْ سُؤالٍ إلى آخرَ...

رحلةٌ فوق الأرضِ

إلى أَيْنَ يُمْكِنُ أَن نَصِلَ حينَ نُسَافِرُ؟
كَمْ تبلغُ سُرْعَتُنا؟ ١٠ – ١١
هَلْ يُمْكِنُ الذَّهابُ إلى كُلِّ مكانٍ؟

مُنْذُ مَتَى تُبْنَى الجسورُ؟
كَمْ يمكنُ أَنْ يكونَ الجسرُ كبيرًا؟ ١٢ – ١٣
عَلامَ يَعْتَمِدُ الجِسْرُ المُعَلَّقُ؟

ما نفعُ الأَنْفَاقِ؟
كيفَ تُحْفَرُ الأَنْفَاقُ؟ ١٤ – ١٥
لماذا لا تنهارُ الأنفاقُ؟

مِمَّ تَتَأَلَّفُ السَّيَّارَةُ؟
كيفَ يُدِيرُ المُحَرِّكُ عَجَلاتِ السَّيَّارَةِ؟ ١٦ – ١٧
أَيْنَ تُصْنَعُ السَّيَّاراتُ؟

أَيْنَ مُحَرِّكُ الدَّرَّاجَةِ؟
هَلِ الدَّرَّاجاتُ النارِيَّةُ خَطِرَةٌ؟ ١٨ – ١٩
ما نفعُ السِّباقِ؟

لِمَاذَا يُوضَعُ الزِّفْتُ عَلَى الطُّرُقاتِ؟
هَلْ يختلفُ الأوتوسترادُ عن الطرقِ الأُخْرَى؟ ٢٠ – ٢١
كيفَ تُبْنَى السِّكَكُ الحَدِيدِيَّةُ؟

كيفَ يَنْعَطِفُ القِطارُ؟
هَلْ يَجِبُ على القِطارِ دائِمًا أَنْ يَتْبَعَ الإشاراتِ؟
ما هُوَ أَعْجَبُ قِطارٍ؟ ٢٢ – ٢٣

إلى أَينَ تَذْهَبُ القَنَواتُ؟
ما نَفْعُ المَرَاكِبِ النهرِيَّةِ المُسَطَّحَةِ؟ ٢٤ – ٢٥
لماذا تَمُرُّ المَرَاكِبُ النَّهْرِيَّةُ في تُرَعٍ؟

أَلا تُوجَدُ مَحَطَّاتٌ إلاَّ للقِطاراتِ؟
هَلْ توجَدُ وسائِلُ نَقْلٍ غريبةٌ جدًّا؟ ٢٦ – ٢٧
أَيُمْكِنُ أَنْ نزيدَ في سُرْعَتِنا؟

الثَّرَواتُ الجَوْفِيَّةُ

لماذا يُحْكَى عَنْ «مَوَادَّ أَوَّلِيَّة»؟
ماذا نجدُ اذا حفرنا الأرضَ؟ ٣٠ – ٣١
أَكُلُّ المناجِمِ تتشابَهُ؟

كيفَ ننزلُ إلى قاعِ المنجمِ؟
أيسودُ الظَّلامُ حقًّا تحتَ الأَرْضِ؟ ٣٢ – ٣٣
هَلِ العَمَلُ تحتَ الأَرْضِ صعبٌ؟

ما الموادُّ المنجميَّةُ؟
هَلْ كانَتِ المَوَادُّ المنجميَّةُ دائِمًا موجودةً؟
لماذا تذابُ بعضُ المَوَادِّ المنجميَّةِ؟ ٣٤ – ٣٥

هَلْ يُمْكِنُ أَنْ تُخْلَطَ مادَّتانِ منجميَّتانِ؟
ما الفُرْنُ العالي؟ ٣٦ – ٣٧
أَيْنَ تُوجَدُ مَصَانِعُ الفولاذِ الكُبْرَى؟

كيفَ نَجِدُ النِّفْطَ؟
هَلْ يمكن نقلُ النِّفطِ والغازِ؟ ٣٨ – ٣٩
لِمَاذَا تَشْتَعِلُ بعضُ آبارِ النِّفْطِ؟

ما نَفْعُ مصفاةِ النِّفْطِ؟
هَلْ توجَدُ اللَّدائِنُ في الطبيعَةِ؟ ٤٠ – ٤١
أَصَحيحٌ أَنَّهُ قَدْ صُنِعَ مِنَ النفطِ «لَحْمُ عِجْلٍ»؟

هَلْ يُمْكِنُ أَنْ تُبْنَى البيوتُ بالترابِ؟
ما المِقْلَعُ؟ ٤٢ – ٤٣
مِنْ أَيْنَ يأتي الإسْمنتُ والجِصُّ؟

لماذا يُقالُ إنَّ بعضَ الأحجارِ كريمةٌ؟
كيفَ نَجِدُ الذَّهبَ؟ ٤٤ – ٤٥
أَمَا زالَتْ تُوجَدُ ثَرَواتٌ أُخرى تحتَ الأَرْضِ؟

أَسْرارُ الطَّاقَة

كَيْفَ تَدورُ المحرِّكاتُ؟
ما نفعُ الطاقةِ؟ ٤٨ – ٤٩
هَلْ يُمْكِنُ لَمسُ الطاقةِ؟

هَلْ توجَدُ مناجِمُ للكهرباءِ؟
هَلِ الكهرباءُ عَمليَّةٌ؟ ٥٠ – ٥١
هَلِ البطَّاريَّةُ خزَّانٌ للكهرباءِ؟

كيفَ يُمكِنُ توليدُ الكهرباءِ مِنَ الماءِ؟
ما نَفْعُ السَّدِّ؟ ٥٢ – ٥٣
هَلْ يُمْكِنُ استِعْمالُ قوَّةِ البَحْرِ أَيْضًا؟

كيفَ تسيرُ القاطرةُ البُخاريَّةُ؟
هَلْ يُشَغِّلُ الهَواءُ أَيْضًا بعضَ الآلاتِ؟ ٥٤ – ٥٥
ما المحطَّةُ النَّوَويَّةُ؟

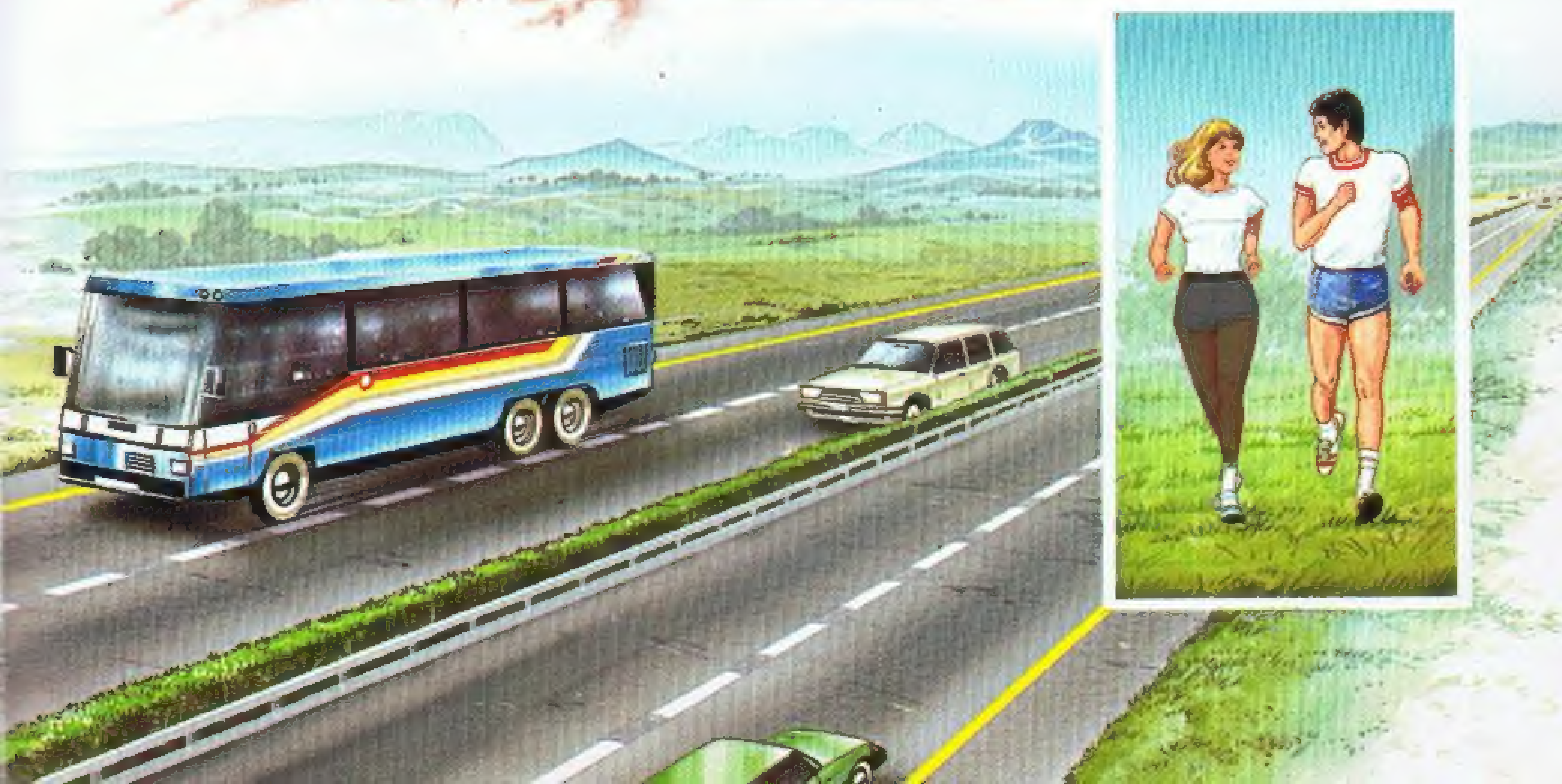
لماذا يُحْكَى عنْ طاقاتٍ جديدةٍ؟
هَلْ يُمْكِنُ استغلالُ نارِ البراكينِ؟ ٥٦ – ٥٧
ما الطَّاقَةُ الشمسيَّةُ؟

هَلْ يُمْكِنُ أَنْ تختفيَ الطاقةُ كُلِّيًا؟ ٥٨ – ٥٩
لماذا يُقالُ إنَّنا يَجِبُ أَنْ نقتصِدَ في الطَّاقةِ؟
هَلْ يُمْكِنُ أَنْ نَجِدَ الطَّاقة خارِجَ الأَرْضِ؟

رِحْلَةٌ فَوْقَ الأَرْضِ

يُمْكِنُنَا اليَوْمَ، في بُرْهَةٍ، أَنْ نَتَخاطَبَ عَنْ بُعْدٍ، عَبْرَ الإِذاعَةِ والهاتِفِ، أَوْ نَرَى بَعْضَنا بعضًا، عبر التلفزيون، بِشَكْلٍ مُباشِرٍ. ولكن منذ زَمَنٍ بعيدٍ جدًّا، كانَ الرجالُ والنِّساءُ يُسافِرُونَ لِيَتلاقَوْا، ويتبادَلُوا المُنْتَجاتِ. لِذلِكَ طوَّروا شيئًا فَشَيْئًا وسائِلَ النَّقْلِ.

في البدايَةِ، ساروا على الأقدامِ، بِبُطْءٍ، مُواجِهِينَ المَطَرَ والرِيحَ والثَّلْجَ وَحْدَهُمْ، مُجْتازِينَ الجِبالَ أَوِ الأَنْهارَ بِصُعُوبَةٍ. وبعدئِذٍ، رَكِبُوا بَعْضَ الحَيَواناتِ كالحِمارِ، والحِصانِ، والجَمَلِ، فازدادوا سُرْعَةً؛ إِذ خَفَّ تَعَبُهُمْ، وصارُوا قادِرِينَ على نَقْلِ أحمالٍ أَثْقَلَ. ثُمَّ، بِفَضْلِ العجلةِ، صَنَعُوا عَرَباتٍ لِنَقْلِ المزيدِ مِنَ البضائعِ أَوْ مِنَ الرُّكّابِ: فكانَتِ النَّقالَةُ اليَدَوِيَّةُ ذاتُ العَجَلَةِ الواحِدَةِ، ثُمَّ العَرَباتُ المُتَعَدِّدَةُ العَجَلاتِ... دَفَعُوها في البدايَةِ أَوْ جَرُّوها بالأَيْدِي أو بِقُوَّةِ الحَيَواناتِ، ثُمَّ زَوَّدُوها

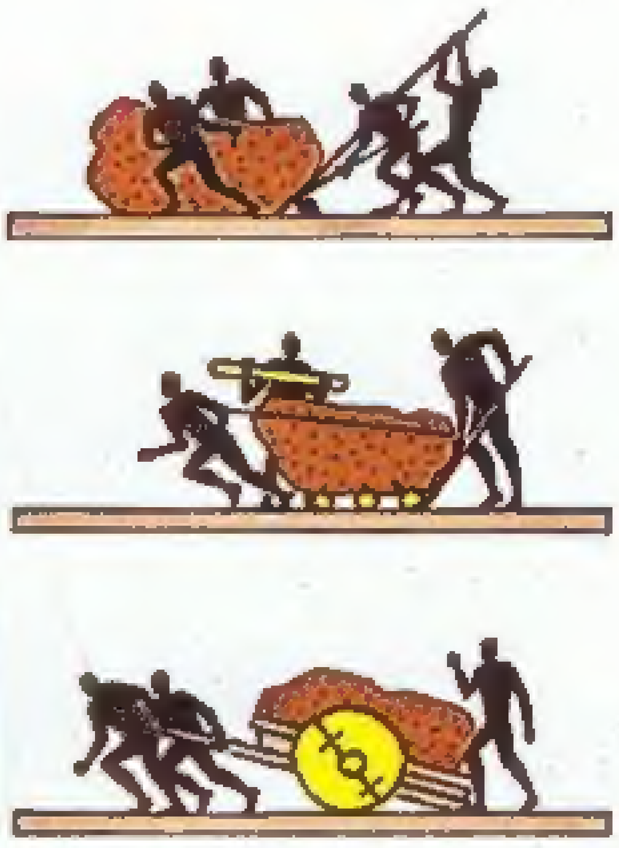


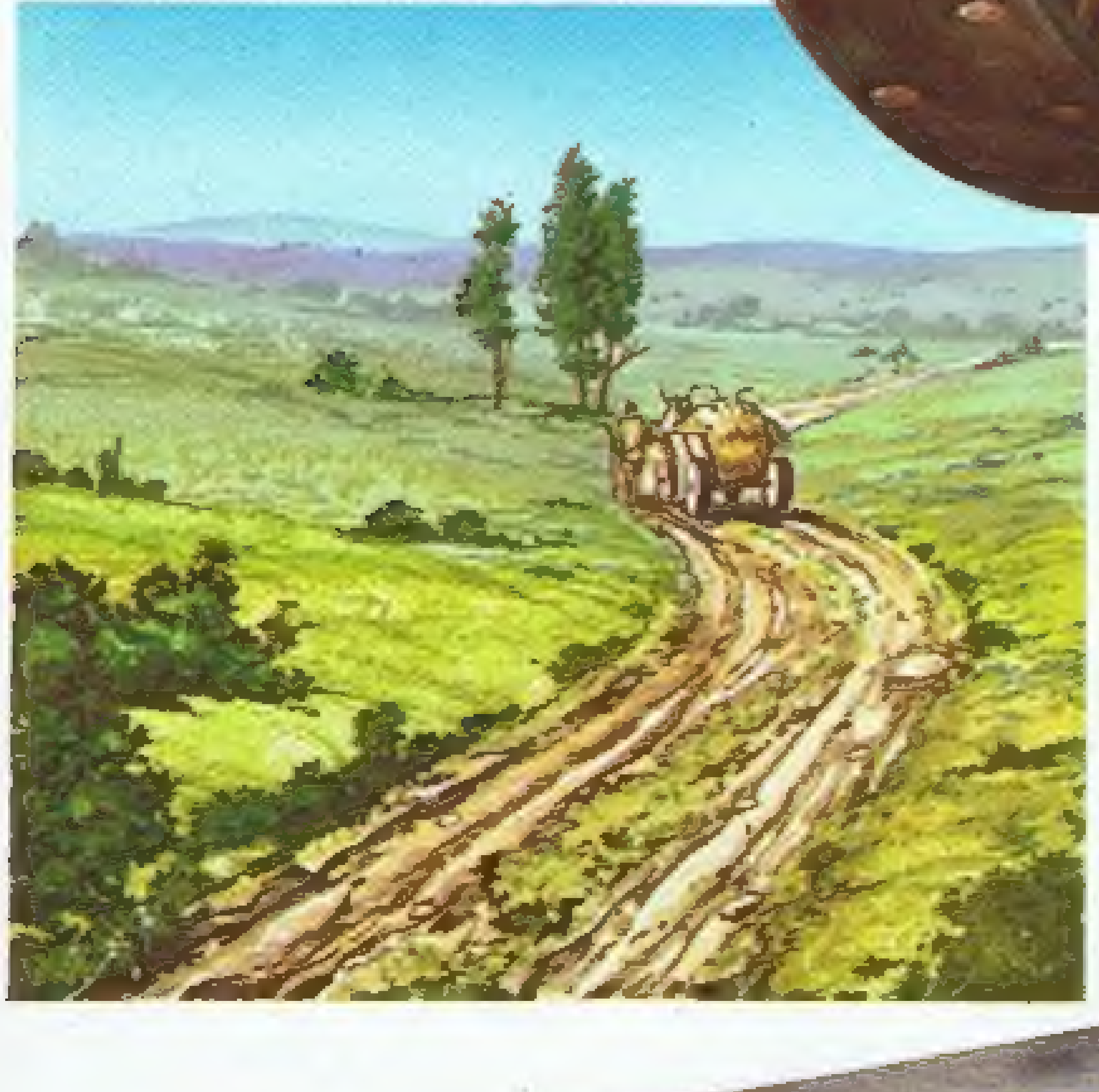
بِمُحَرِّكاتٍ.

وأخيرًا، شَقُّوا الطُّرُقاتِ، لِيُسَيِّرُوا كُلَّ وَسائِلِ النَّقْلِ هذِهِ، عَبْرَ الأَرْيافِ أَوِ الغاباتِ. وَغَطَّوْها بالحَصَى أَوِ البَلاطِ ليكونَ السَّفَرُ عَلَيْها مُريحًا.

ولا يزالونَ، حتّى اليوم، يَذْهَبُونَ أَبْعَدَ وأَسْرَعَ.

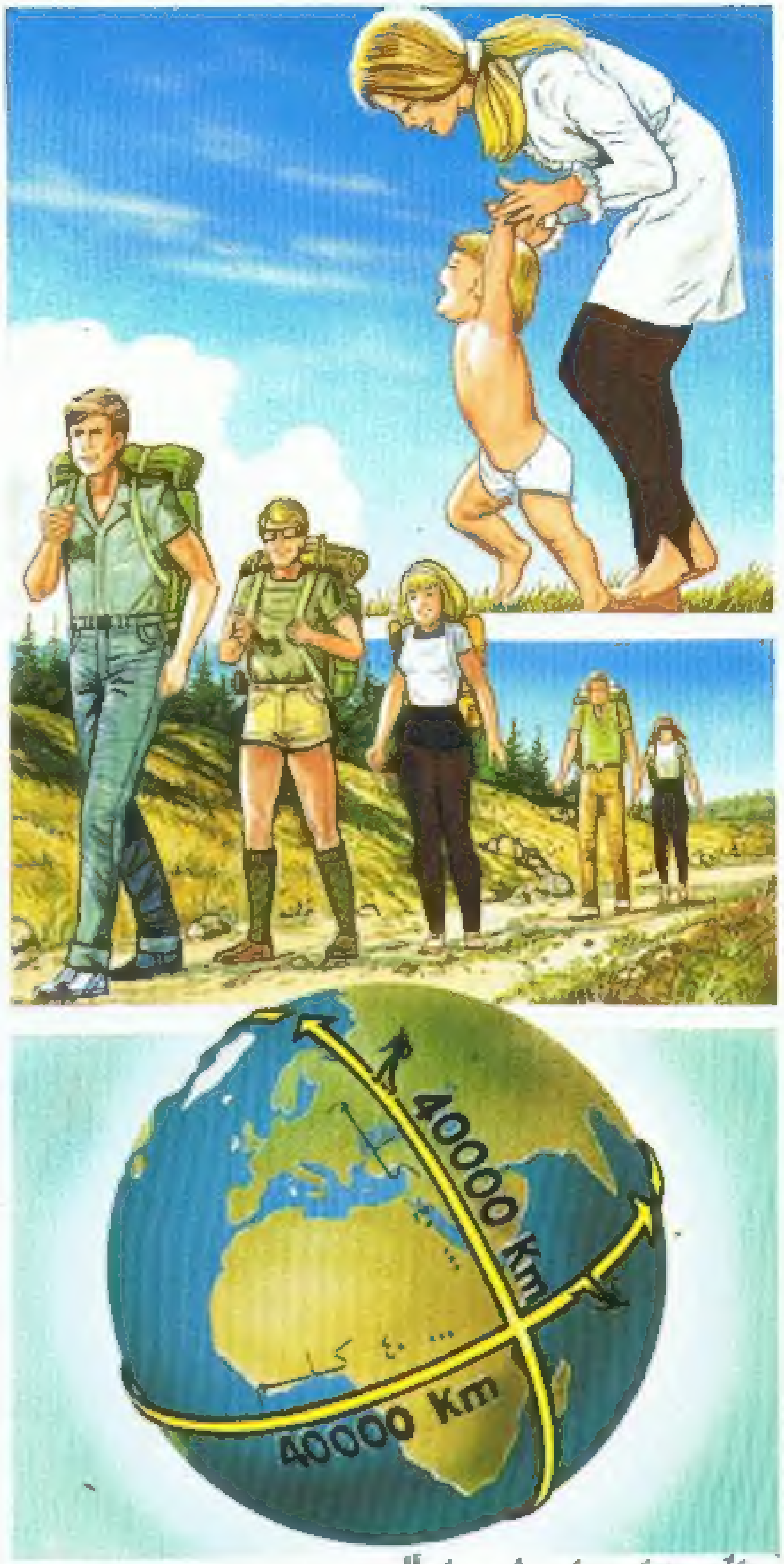
اكْتَشِفْ كُلَّ الأسفارِ التي يُمْكِنُ أَنْ تَقُومَ بِهَا على الأَرضِ.





إِلَى أَيْنَ يُمْكِنُ أَنْ نَصِلَ حِينَ نُسَافِرُ؟

حِينَ تَقُومُ بِخطوتَيْنِ، تَتَقَدَّمُ نَحْوَ مِتْرٍ. إِذَا أَعَدْتَ الكَرَّةَ أَلْفَ مَرَّةٍ، فستكونُ قَدْ سِرْتَ أَلْفَ مِتْرٍ، أَيِ كيلومترًا وَاحِدًا. وَهذَا يتطَلَّبُ مِنْكَ رُبْعَ ساعَةٍ مِنَ السَّيْرِ المُتَواصِلِ. وَهكَذَا، إِذَا انطَلَقْتَ صَبَاحًا وَتَوَقَّفْتَ مَسَاءً، فَسَتَجْتَازُ عِشْرِينَ أَو ثَلاثِينَ كيلومترًا يومِيًّا. اذا أَرَدْتَ أَنْ تجتازَ فَرَنْسَا، مَثَلاً، مِنَ الشَّمَالِ إِلى الجَنُوبِ، فَقَدْ تحتاجُ إِلى أَكْثَرَ مِنْ شَهْرٍ. أَمَّا اجتيازُ الأَرْبَعِينَ أَلْفَ كيلومترٍ التي تشكِّلُ مُحِيطَ الأَرْضِ، فيتطَلَّبُ مِنْكَ أَرْبَعَ سَنَوَاتٍ تقريبًا! هكَذَا تفْهَمُ أَنَّ السَّفَرَ سَيْرًا عَلَى الأَقْدَامِ مُرْهِقٌ، وَيَسْتَغْرِقُ وَقْتًا طويلاً. هذَا ما جَعَلَ الناسَ يخترِعُونَ وَسَائِلَ النَّقْلِ.



جَوْلَةٌ حَوْلَ العَالَمِ: أربعونَ أَلْفَ كيلومترٍ

هَلْ يُمْكِنُ الذَّهَابُ إِلَى كُلِّ مَكَانٍ؟

حِينَ نُسَافِرُ، تُوَاجِهُنَا عقباتٌ يَجِبُ أَنْ نَتخطَّاهَا: أَنْهَارٌ، أَوْ بِحَارٌ، أَوْ جِبَالٌ. لِذَا شَقَّ النَّاسُ طُرُقَاتٍ وَأَنْفَاقًا، وَبَنَوْا جُسُورًا. لكِنَّ الأمطارَ، أَوِ الرياحَ، أَوِ الثُّلوجَ، تُعِيقُنَا أَيْضًا. وَهكَذَا فَإِنَّ الطَّائِرَاتِ أَوِ السَّيَّارَاتِ، أَوِ القِطَارَاتِ، تَحْمِينَا. وَأَشْكَالُهَا الخاصَّةُ تُتِيحُ لَهَا أَنْ تَدْخُلَ جَيِّدًا فِي الهَوَاءِ. كُلُّ هذِهِ التَّطَوُّرَاتِ تُتِيحُ لَنَا أَنْ نَذْهَبَ إِلَى كُلِّ مَكَانٍ تَقْرِيبًا. كَمَا أَنَّ الأسفارَ صارَتْ أَلْطَفَ وَأَكْثَرَ إِمْتَاعًا. فَعَلَى جَوَانِبِ الطُّرُقَاتِ تَظْهَرُ محطَّاتُ الوقودِ، وَمَوَاقِفُ السَّيَّارَاتِ، والملاعِبُ، وَالفَنادِقُ، والمطاعِمُ...

كَمْ تَبْلُغُ سُرْعَتُنا؟

تَخْتَلِفُ سُرْعَتُكَ، حينَ تَمْشي، باختِلافِ انْحِدارِ الطريقِ، أَوْ دَرَجَةِ تَعَبِكَ. لكِنْ، عَلَى مسافَةٍ طَويلَةٍ، تكونُ سُرْعَتُكَ مُنْتَظِمَةً إلى حَدٍّ ما، وَتُقَدَّرُ بِنَحْوِ خَمْسَةِ كيلومتراتٍ في الساعَةِ. هذا هُوَ مُتَوَسِّطُ سُرْعَةِ الإِنْسانِ حينَ يَمْشي. أَمَّا اذا انْدَفَعْتَ راكِضًا، فَقَدْ تجتازُ عِشْرينَ كيلومترًا في الساعَةِ، لكِنْ فَقَطْ عَلى مسافَةٍ قصيرَةٍ. إِنَّها سُرْعَتُكَ القُصْوى. بَعْضُ العَدَّائِينَ يستطيعُونَ تجاوُزَ الأَرْبَعِينَ كيلومترًا في الساعَةِ عَلَى مسافَةِ مِئَةِ مِتْرٍ. وَسَيَّاراتُ السِّباقِ، التي يبلُغُ مُتَوَسِّطُ سُرْعَتِها مِئَتَيْ كيلومترٍ في الساعَةِ، تَصِلُ إلى قِمَمٍ في السُّرْعَةِ تتجاوَزُ ثَلاثَ مِئَةِ كيلومترٍ في الساعَةِ.

من مِتْرٍ في الساعَةِ، لِلْحَلَزُونِ، إلى ثَلاثِ مِئَةِ كيلومترٍ في الساعَةِ لسيَّارَةِ السِّباقِ

لَقَدِ اخترعْنا، شيئًا فَشيْئًا، وسائِلَ تُتيحُ لَنا أَنْ نَتَنَقَّلَ في كُلِّ مكانٍ على الارْضِ

مُنْذُ مَتَى تُبْنَى الْجُسُورُ؟

الغَرَضُ مِنَ الجِسْرِ هُوَ المُرُورُ فَوْقَ عائِقٍ طبيعيٍّ. يكفي أَنْ نَضَعَ جِسْرًا مِنْ ضَفَّةِ جَدْوَلٍ إلى الأُخرى، لِكَيْ نعبرَ بِلاَ بَلَلٍ. كانَ إِنْسَانُ ما قَبْلَ التاريخِ يعرفُ استخدامَ هذِهِ الجُسُورِ البسيطَةِ جِدًّا، ولا تزالُ تُسْتَعْمَلُ جُسُورٌ مِنْ هذا النوعِ في بعضِ المناطِقِ مِنَ العالَمِ. وإذَا أَلْصَقْنَا الجِذْعَ بالجِذْعِ حَصَلْنَا عَلَى سَطْحٍ عريضٍ، هُوَ «أَرضِيَّةُ» الجُسُورِ. والآنَ، ثَمَّةَ جُسُورٌ لتعبرَ السيّاراتُ فوقَ الأَنْهارِ، وأُخرَى لِتَمُرَّ القِطاراتُ فوقَ الشَّوارِعِ، وأُخرَى لكي تَمُرَّ طُرُقُ السَّيّاراتِ فَوْقَ بعضِهَا بعضًا، كَمَا في المُحَوِّلاتِ. وحتَّى السُّفُنُ تَمُرُّ أحيانًا عَلَى جُسُورٍ.

جُسُورٌ مِنْ خَشَبٍ، أَوْ حَجَرٍ، أَوْ حَدِيدٍ

علامَ يَعْتَمِدُ الْجِسْرُ الْمُعَلَّقُ؟

لا يكونُ الجِسْرُ كُلُّهُ مُعَلَّقًا، إِنَّمَا سَطْحُهُ فَقَطْ. فَهُوَ كالأُرجوحَةِ: اللوحُ الَّذِي تجلِسُ عَلَيْهِ مُعَلَّقٌ بِحِبالٍ تَتَدَلَّى مِنْ غُصْنِ شَجَرَةٍ أَوْ مِنْ عارِضَةٍ ثابِتَةٍ. مُنْذُ أَلْفَيْ سَنَةٍ، كانَ الصينيُّونَ يَبْنُونَ جُسُورًا مِنْ هذا النَّوْعِ: إِذْ يَمُدُّونَ حِبالاً غليظَةً بَيْنَ شَجَرَتَيْنِ، مِنْ ضَفَّةٍ إلى أُخرَى. واليومَ أَيْضًا، لا يزالُ يوجَدُ مِنْهَا في العالَمِ كُلِّهِ تقريبًا. أَمَّا الجُسُورُ المُعَلَّقَةُ العَصْرِيَّةُ، فَلَهَا بُرُوجٌ مِنَ الباطونِ أَوِ الفولاذِ. وَسَطْحُهَا مُعَلَّقٌ بأسلاكٍ معدنِيَّةٍ مَجْدُولَةٍ، غليظَةٍ جِدًّا، يُمْكِنُ أَنْ يبلغَ قطرُهَا مِئَةَ سنتيمترٍ.

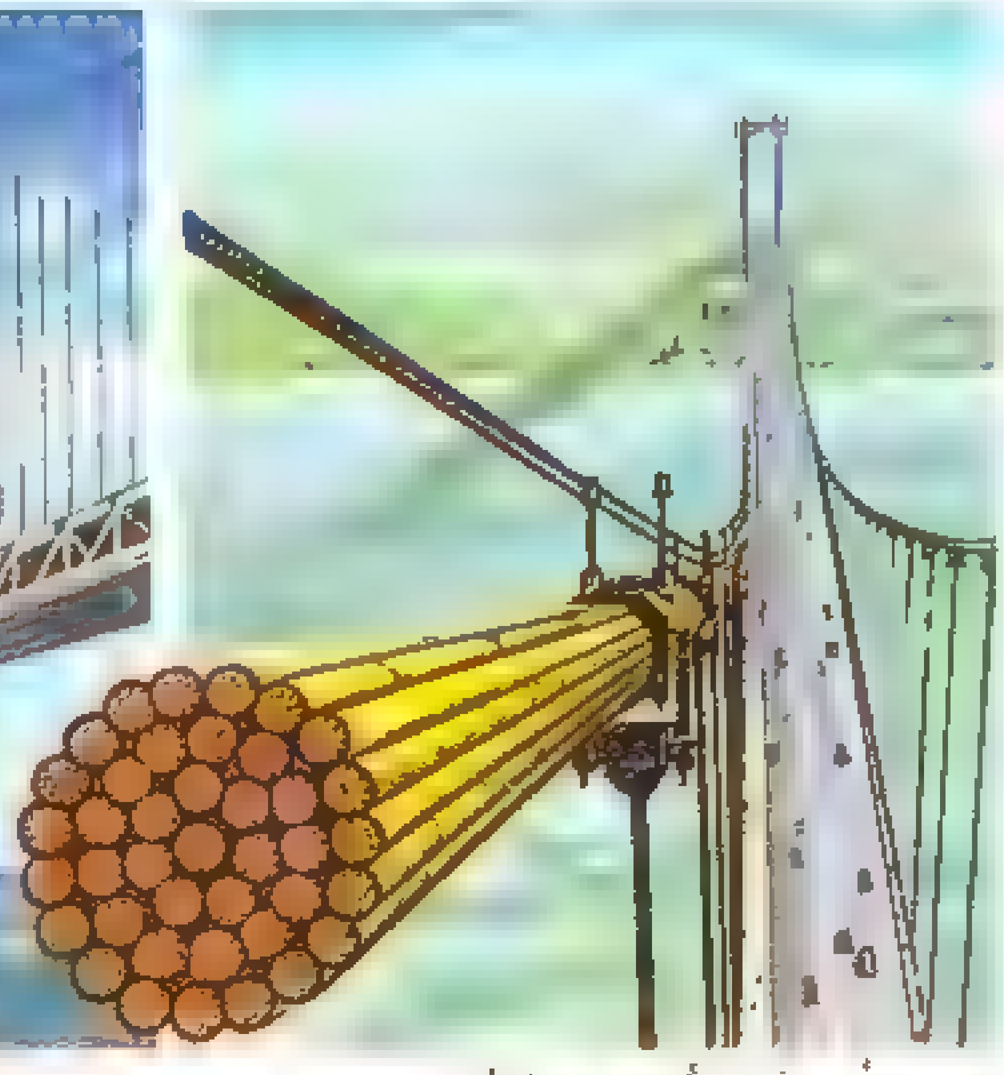
كَمْ يُمْكِنُ أَنْ يَكُونَ الْجِسْرُ كَبِيرًا؟

في أَكْثَرِ الأحيانِ، لا يكفي مُجَرَّدُ جِذْعٍ لِعُبُورِ نهرٍ. لكِنَّ بِنَاءَ جِسْرٍ، عَلَى ركائِزَ أَوْ أعمِدَةٍ، يُمَكِّنُنَا من اجتيازِ مسافاتٍ طَوِيلَةٍ. هُنَاكَ جُسُورٌ كثيرَةُ الأَعْمِدَةِ، تَصِلُ بَيْنَ بعضِ الجُزُرِ والساحِلِ المُجَاوِرِ لَهَا، عَلَى مسافةِ بِضْعَةِ كيلومتراتٍ. وأُخْرَى حَجَرِيَّةٌ، مِنَ العَقْدِ، تَمْتَدُّ فَوْقَ عَشَرَاتِ الأَمْتَارِ. وأُخرى، ذاتُ اقواسٍ معدِنِيَّةٍ، تجتازُ فَوْقَ مِئَاتِ الأَمْتَارِ. وبعضُ الجُسُورِ المُعَلَّقَةِ يبلغُ طولُها أَكْثَرَ مِنْ كيلومترٍ.

جُسُورٌ عَلَى نَهْرٍ أَوْ بَيْنَ شَاطِئَيْ بُحَيْرَةٍ مُتَقَارِبَةٍ

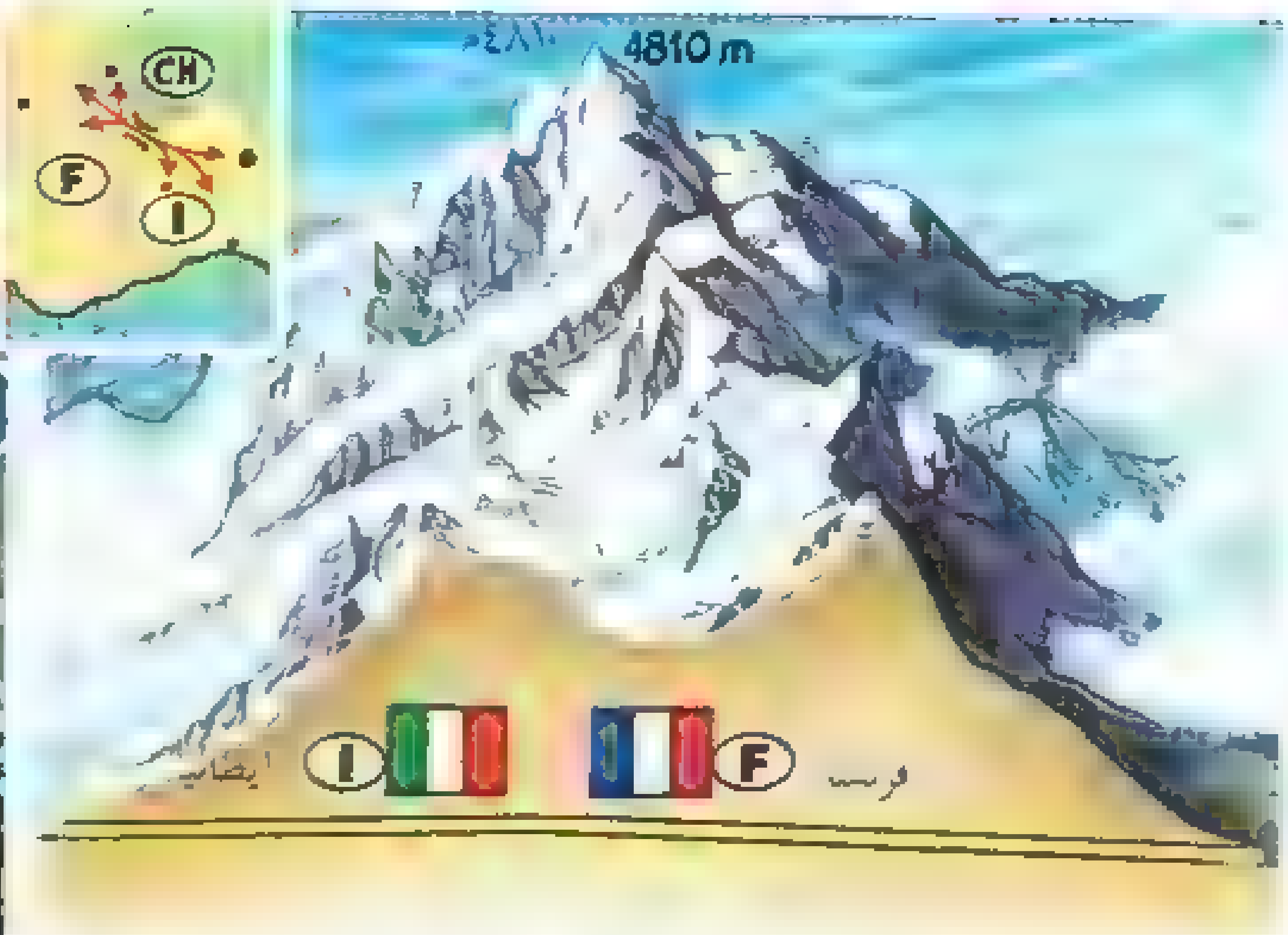
شَكْلٌ بِدَائِيٌّ لِلْجُسُورِ الْمُعَلَّقَةِ

جِسْرٌ مُعَلَّقٌ



أَسْلَاكٌ مَعْدِنِيَّةٌ عِمْلَاقَةٌ

نفقٌ طولُهُ ١١ كـم



يَصِلُ بين فرنسا وإيطاليا تحتَ الجبلِ الأبيض...

كَيْفَ تُحْفَرُ الأنْفَاقُ؟

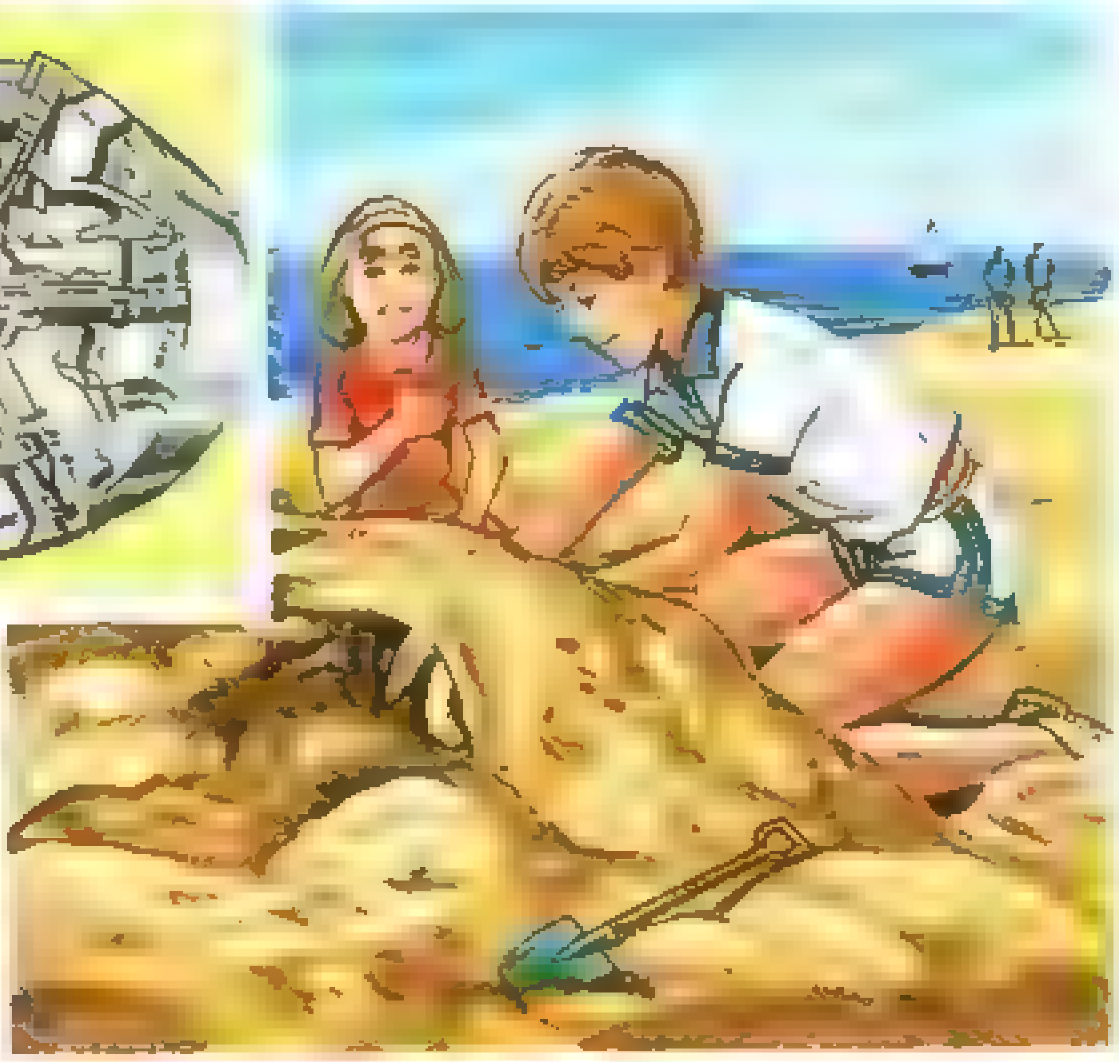
على شاطىءِ البَحْرِ، يُمْكِنُكَ أَنْ تَحْفِرَ نَفَقًا، لأَنَّ الرَّمْلَ رَخْوٌ. لكِنَّ الجَبَلَ أَصْلَبُ بِكَثيرٍ: ففيهِ تُرابٌ مَرْصوصٌ، وَحَصًى وَصُخُورٌ. لِذلِكَ يَجبُ استعمـالُ أدواتٍ متينَةٍ جدًّا لِلْحَفْرِ، أَوْ آلاتٍ قَوِيَّةٍ. كَمَا تُسْتَعْمَلُ المتفجِّراتُ التي تُحْدِثُ فَجَوَاتٍ كبيرَةً. وإِلَى جانِبِ المَعاوِلِ والرُّفوشِ، هُنَاكَ المَطَارِقُ النَّقَّارَةُ التي تَرْتَجُّ بِسُرْعَةٍ فَتَثْقُبُ الصَّخْرَ غائِصَةً فيهِ. وَأَمَّا المُقَعِّرَاتُ فَتَدُورُ كَدَوَّامَاتٍ كبيرَةٍ، مُفَتِّتَةً بِأَسْنَانِهَا، شَيْئًا فَشَيْئًا، الأَرضَ الممتدَّةَ أمامَهَا.

لِمَاذَا لاَ تَنْهَارُ الأَنْفَاقُ؟

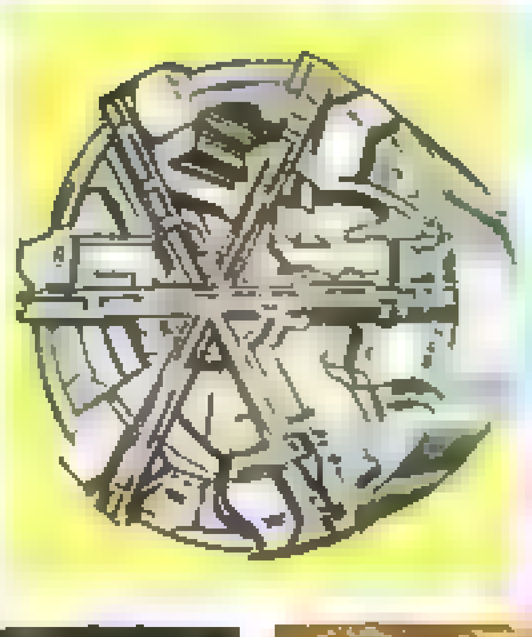
يحدثُ أَنْ ينهارَ النَّفَقُ الـذي بَنَيْتَهُ عَلَى الشاطِىءِ لأَنَّهُ لم يَتحَمَّلْ ثِقَلَ الرَّمْلِ فَوْقَهُ. أَمَّا الأنفاقُ الحقيقيَّةُ، وخصوصًا تِلْكَ التـي حُفِرَتْ تَحْتَ الجِبَالِ، فَيَجِبُ أَنْ تَتَحَمَّلَ آلافَ الأَطْنَانِ. لِذلِكَ تُدْعَمُ بِرَكَائِزَ وَهَياكِلَ مِنْ خَشَبٍ أَوْ حَدِيدٍ، وَبَعْدَئِذٍ تُبْنَى قُبَّةٌ مِنْ حَجَرٍ، أَوْ فُولاَذٍ، أو باطون، تَنْقُلُ الثِّقْلَ مِنَ السَّقْفِ، إِلى الجانِبَيْنِ المُعْتَمِدَيْنِ على الأَرْضِ.

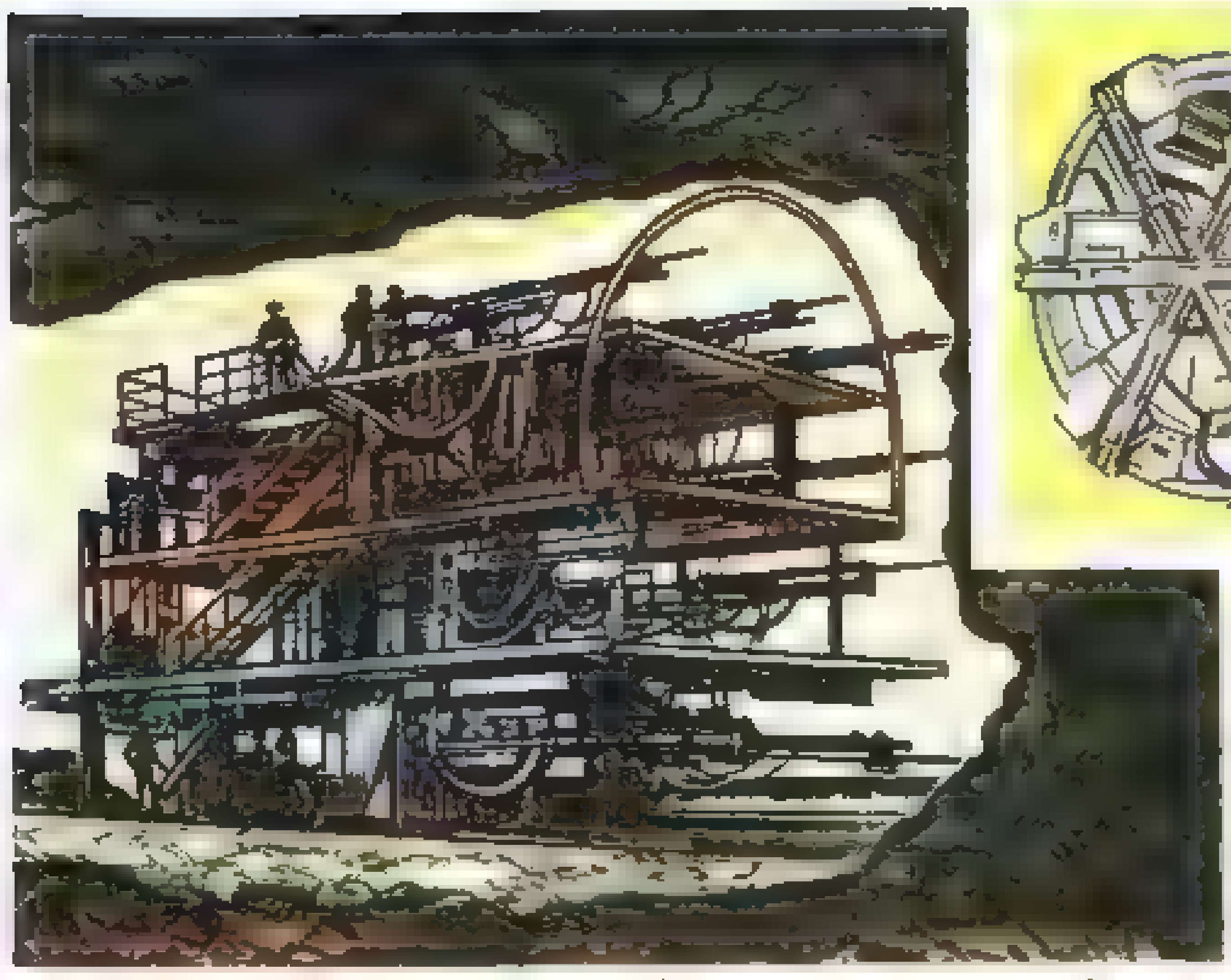
مَا نَفْعُ الأَنْفَاقِ؟

يَتِمُّ اجْتِيازُ العَوائِقِ الطبيعِيَّةِ إمَّا بالمُرُورِ مِنْ فَوْقِهَا، كَمَا رَأَيْتَ، عَلَى جِسْرٍ، وإمَّا بالمرورِ مِنْ تَحْتِهَا. تُحْفَرُ تَحْتَ الأَرْضِ دهالِيزُ كبيرةٌ للسَّيَّاراتِ، أَوِ القِطاراتِ، أَوِ السُّفُنِ: إنَّهَا الأَنْفاقُ. بَعْضُهَا يَصِلُ بَيْنَ بَلَدَيْنِ عَبْرَ جَبَلٍ. فَتَحْتَ جبالِ الآلب، بُنِيَتْ أَنْفاقٌ، عَلَى عمقِ أَلْفَيْ مِتْرٍ تقريبًا تَحْتَ القِمَّةِ، يَبْلُغُ طولُهَا أَحَدَ عَشَرَ كيلومترًا. أَمَّا أَنْفاقُ المِتْرُو، فَتُتِيحُ لَنَا أَنْ نَتَنَقَّلَ في المدينةِ من دُونِ أَنْ تُعِيقَنَا المَنازِلُ، أَوْ حَرَكَةُ السَّيْرِ عَلَى الطُّرُقاتِ. وَأَنْفَاقُ المترو تَمُرُّ حَتَّى تَحْتَ الأَنْهارِ.

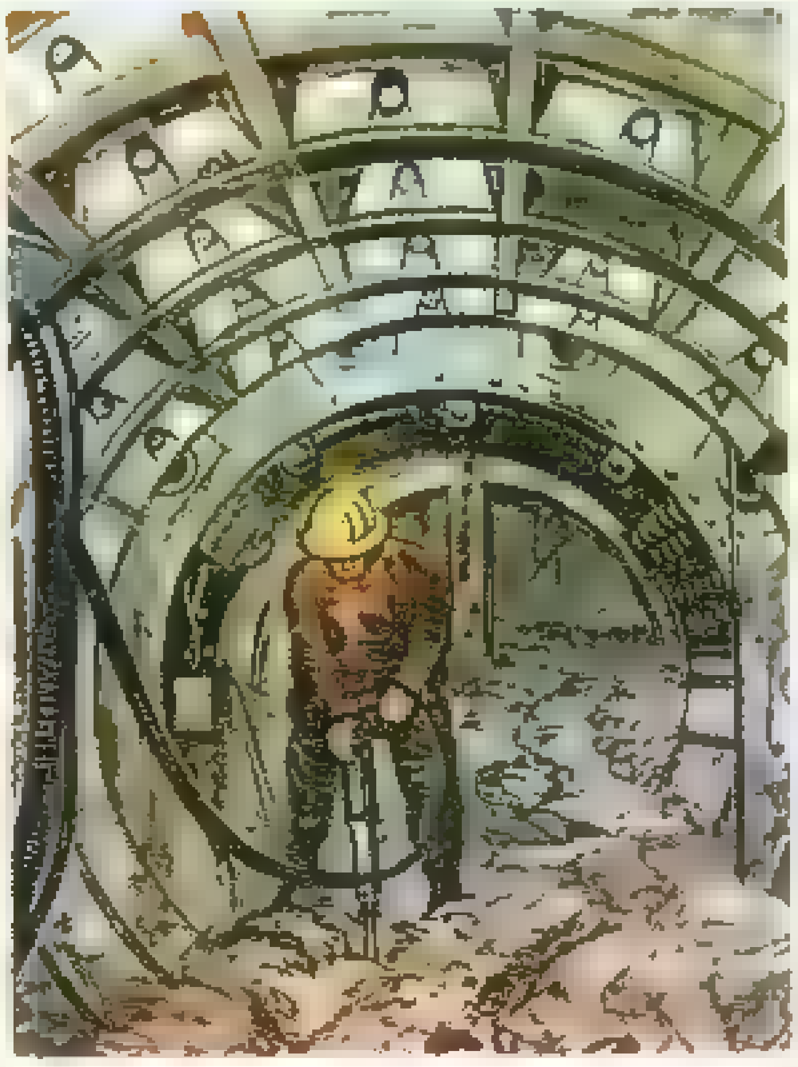


كما أنت تحفرُ نفقًا في الرَّمْلِ...



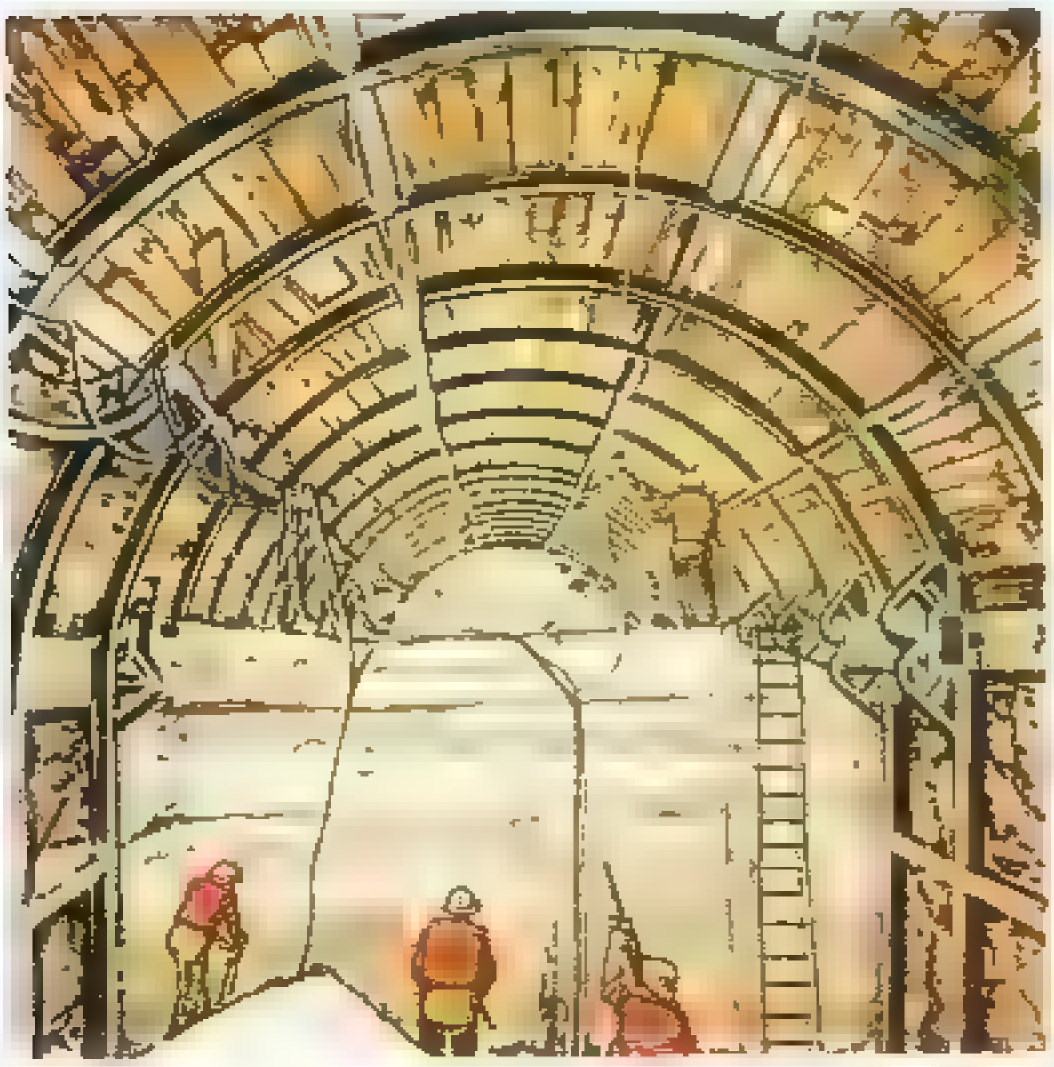


عَجَلاتُ المِثْقَبِ تَحْفُرُ الصُّخُورَ



تُبنى هياكِلُ من حَديدٍ...

أو مِنْ خَشَبٍ...



تَمْنَعُ انْهِيارَ الأَنْفاقِ

مِمَّ تَتَأَلَّفُ السَّيَّارَةُ؟

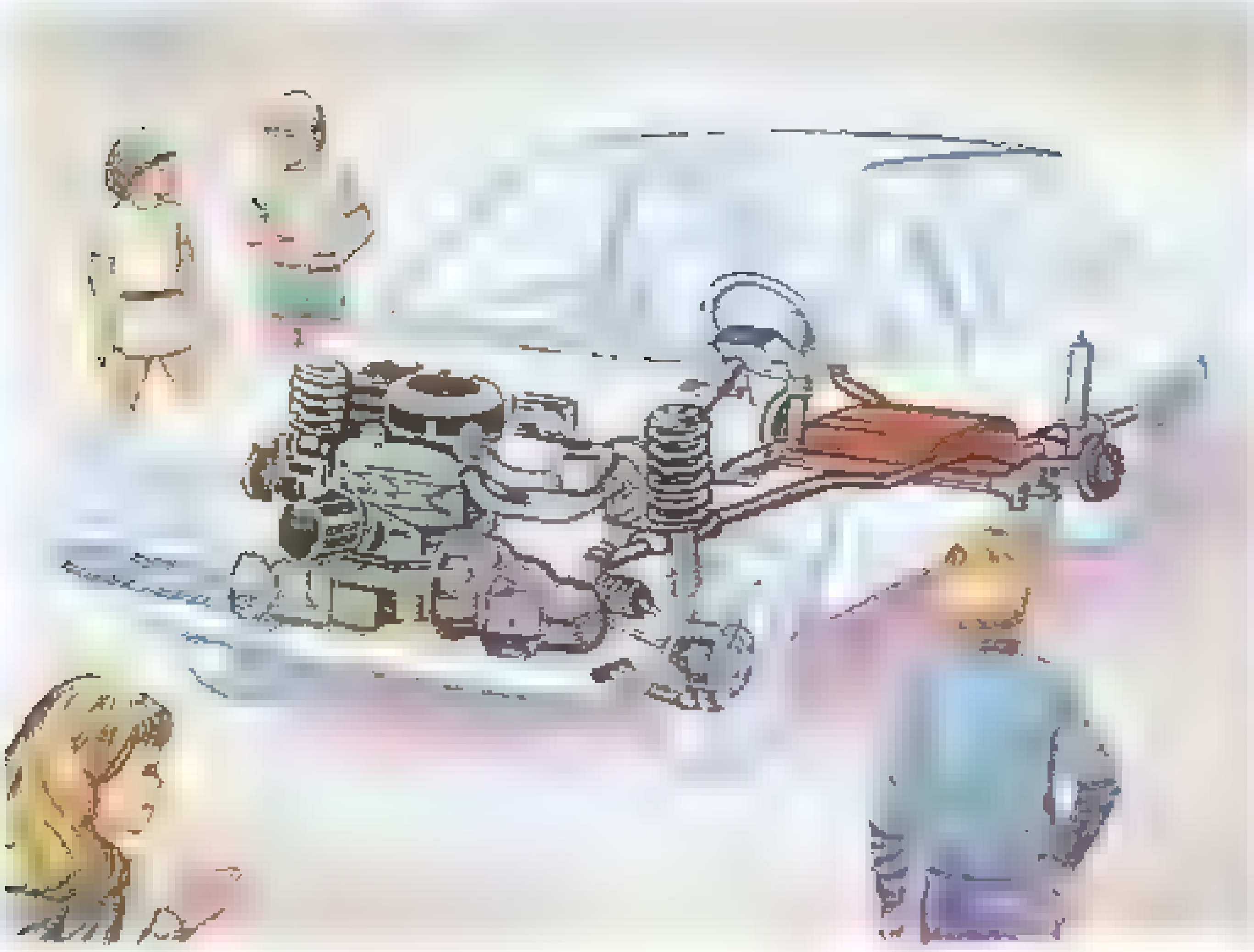
تَحْتَ هَيْكَلِ السَّيَّارَةِ الخارِجِيِّ، يختبِيءُ مـا يُسَيِّرُهَـا. كُلُّ شَيْءٍ مُثَبَّتٌ عَلَى أَرْضِيَّةٍ صَلْبَةٍ، تَحْمِلُهَا أَرْبَعُ عَجَلَاتٍ. والنَّوَابِضُ تُتِيحُ لِلْعَجَلَاتِ أن «تَلْصَقَ» بالطريقِ بِشَكْلٍ أَفْضَلَ، وتجْعَلُ رُكُوبَ السَّيَّارَةِ مُرِيحًا. والمحرِّكُ، الذي يوضَعُ إجمالاً في الصندوقِ الأمـاميِّ، يُدِيرُ العَجَلَتَيْنِ الْمُحَرِّكَتَيْنِ. وحينَ نُدِيرُ المِقْوَدَ، تميلُ مَعَهُ العجلتانِ الأماميَّتانِ، أمَّا المَكابِحُ، فَتَحْتَكُّ بالعَجَلاتِ، وتُبْطِئُ دَوَرانَهَا شَيْئًا فَشَيْئًا، وعندئذٍ يُمْكِنُ أَنْ تتوقَّفَ السَّيَّارَةُ.

كَيْفَ يُدِيرُ الْمُحَرِّكُ عجلاتِ السَّيَّارَةِ؟

المُحَرِّكُ آلَةٌ. في مُكَرْبِنِهِ، يختلِطُ وَقُودُ الخَزَّانِ بِأُوكسيجينِ الهَوَاءِ. هذا الخليطُ يَنْفَجِرُ حينَ تصدُرُ شَرَارَةٌ عَنِ الشَّمْعَةِ الكَهْرَبـائِيَّةِ. يحدُثُ الانفِجَارُ في اسطوانَةٍ فولاذِيَّةٍ صغيـرَةٍ، فَيَدْفَعُ المِكْبَسَ بِقُوَّةٍ. وإذْ يَتحَرَّكُ هذا الأخيرُ، يَجُرُّ مَعَهُ الساعِدَ الذي يُدِير مِحْوَرَ العَجَلَتَيْنِ المُحَرِّكَتَيْنِ. فتدورُ العجلتانِ وتسيرُ السيَّارَةُ! قد يبدو لك ذلِكَ بسيطًا جدًّا. لكِنَّ التوصُّلَ إلى تطبيقِهِ قَدْ تَطَلَّبَ وَقْتًا طويـلاً.

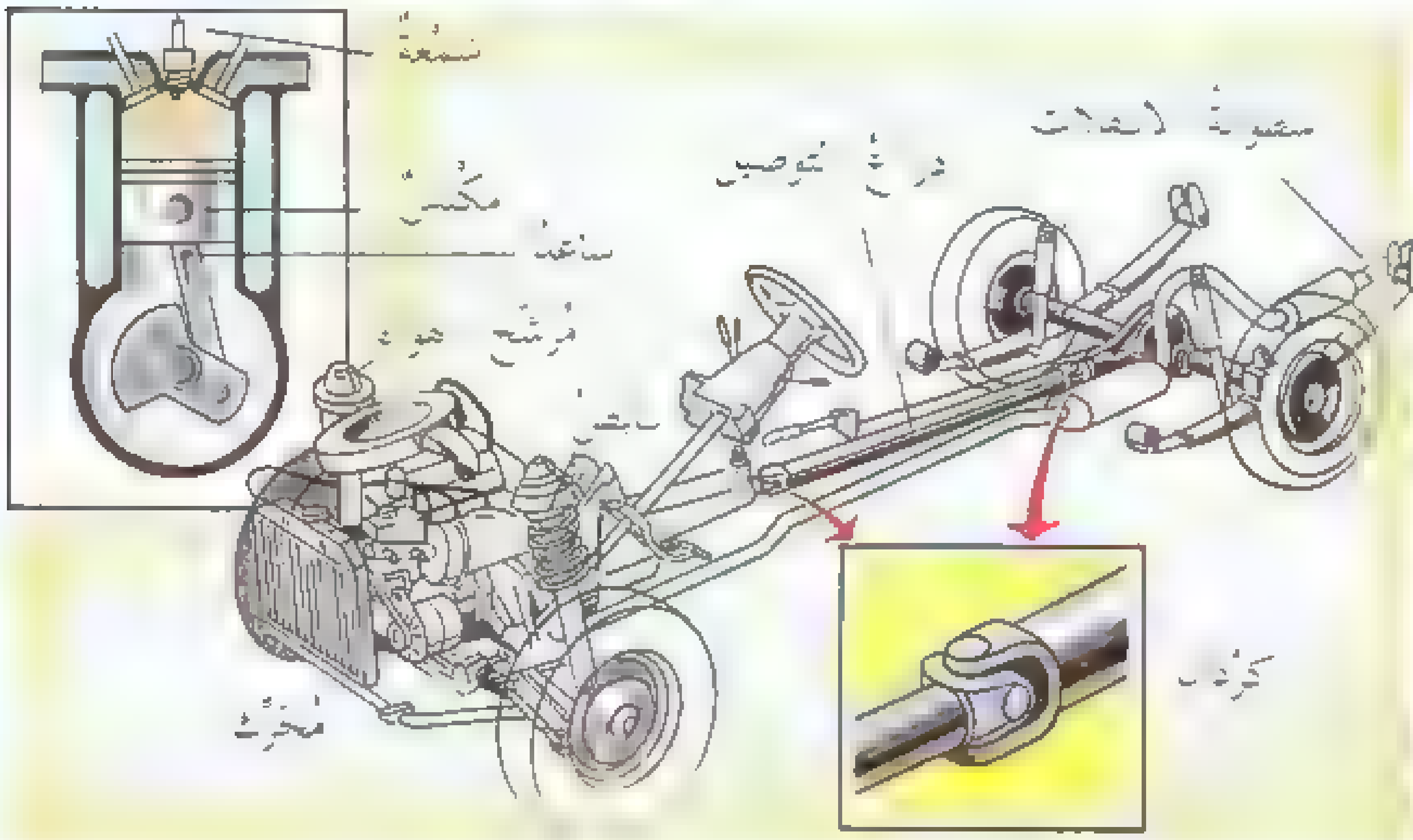
أَيْنَ تُصْنَعُ السَّيَّاراتُ؟

إذَا كُنْتَ تُحِبُّ الأشغالَ اليدوِيَّةَ، وَتتحَلَّى بكثيرٍ مِنَ الصَّبْرِ، فقد تـستـطيـعُ أَنْ تَصْنَعَ لِنَفْسِكَ سَيَّارَةً. هكَذَا، عَلَى كُلِّ حالٍ، صُنِعَتِ السَّيَّاراتُ الأُولَى، بِولَـعٍ كبيرٍ. أمَّا اليـومَ، فَهْيَ تُصْنَعُ في المصانِعِ. تَمُرُّ تِلْقَائِيًّا أَمَامَ العُمَّالِ. وَكُلٌّ مِنْهُمْ يَضَعُ قِطْعَةً، هِيَ ذَاتُهَا دائِمًا. يَشُدُّ مِحزَقَةً، أَوْ يُثَبِّتُ مَقْعَدًا، أَوْ زُجَاجَ نافِذَةٍ، أَوْ يَرُشُّ دِهَانًا في مَوْضِعٍ مُعَيَّنٍ. وَهكَذَا، في كُلِّ دقيقَةٍ، يَجْرِي تركيبُ بِضْعِ سَيَّاراتٍ مَعًا. هذا العَمَلُ المُتَسَلْسِلُ فَعَّالٌ، لكِنْ مُرْهِقٌ. شَيْئًا فَشَيْئًا، تَحِلُّ آلاتٌ مبرْمَجَةٌ مَحَلَّ الناسِ لإتْمَامِ هذِهِ الأَعْمَالِ.

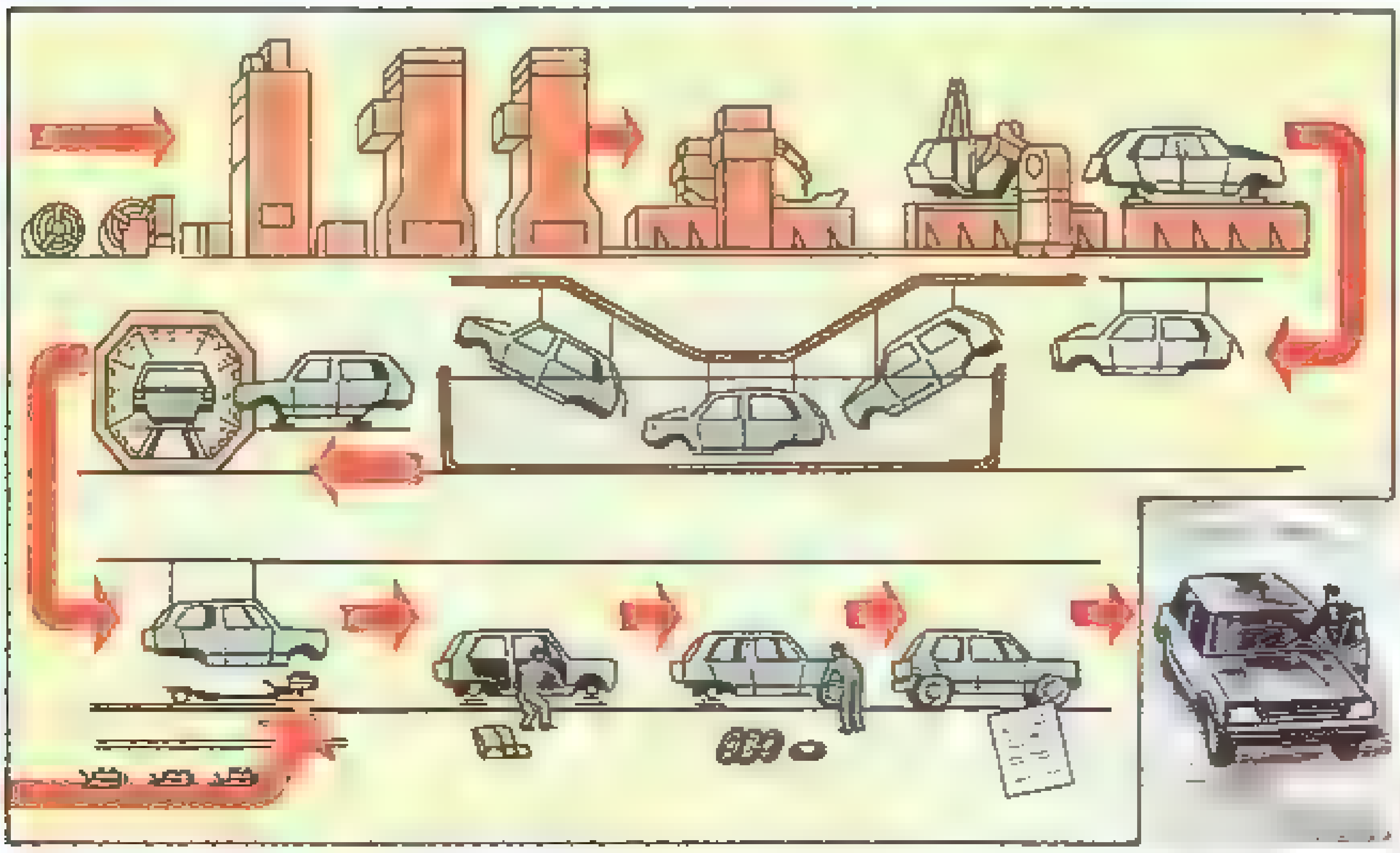


سيارةٌ آلةٌ معقّدةٌ جدًّا

تحت هيكلٍ خارجيٍّ غريبٍ عجيب



الأجزاء الداخلية التي تتيح للسيارة أن تسير



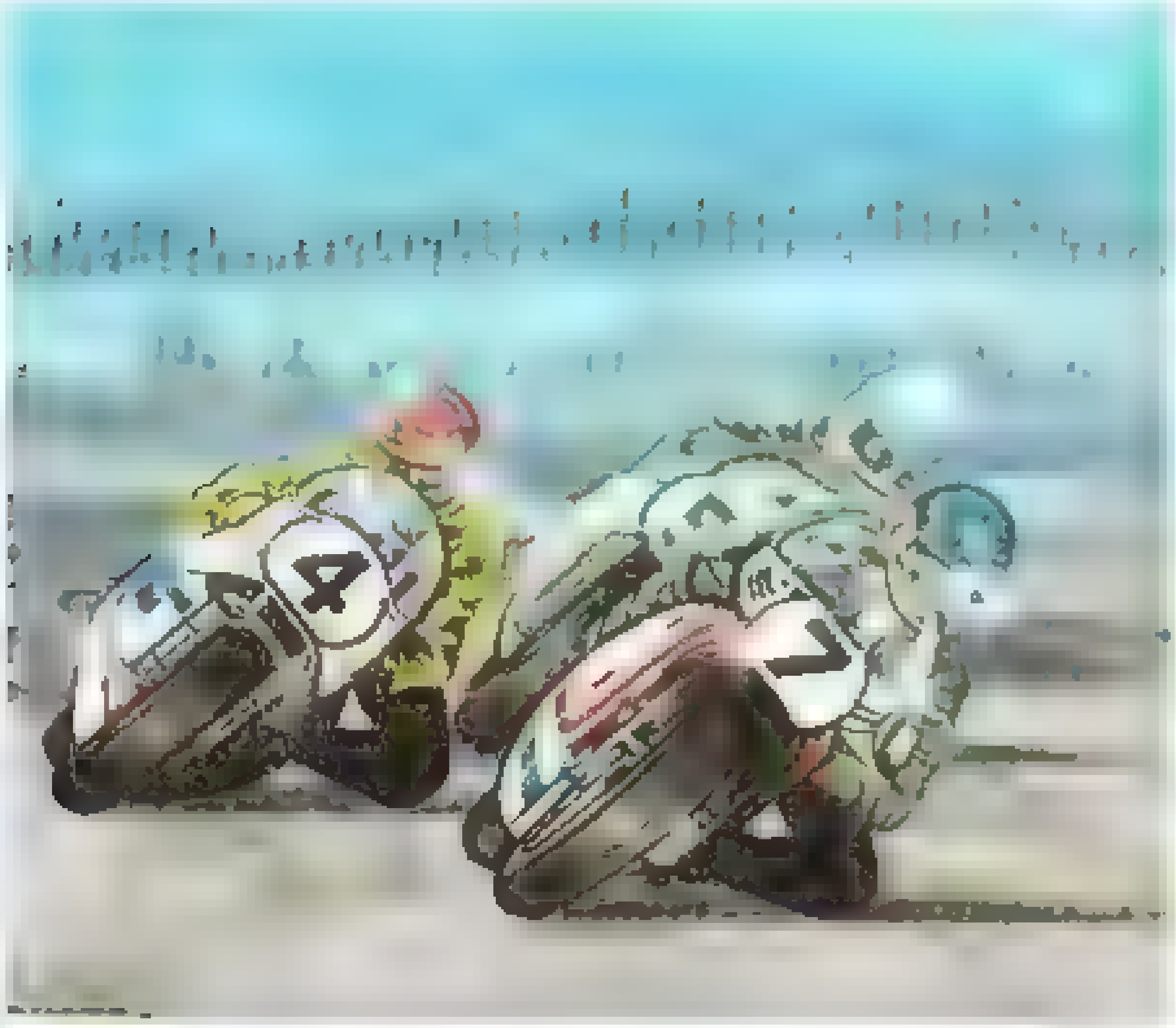
سلسلة صنع سيارات

عمّالٌ في عملهم

درّاجة ذات هيكل خارجيّ

من النماذج القديمة

درّاجة لكلّ الأراضي



سائق الدرّاجة الناريّة يجب أن يضع رِجلهُ على الأرض عند التوقّف... وأن يميل عند المنعطفات

مَانَفْعُ السِّبَاقِ؟

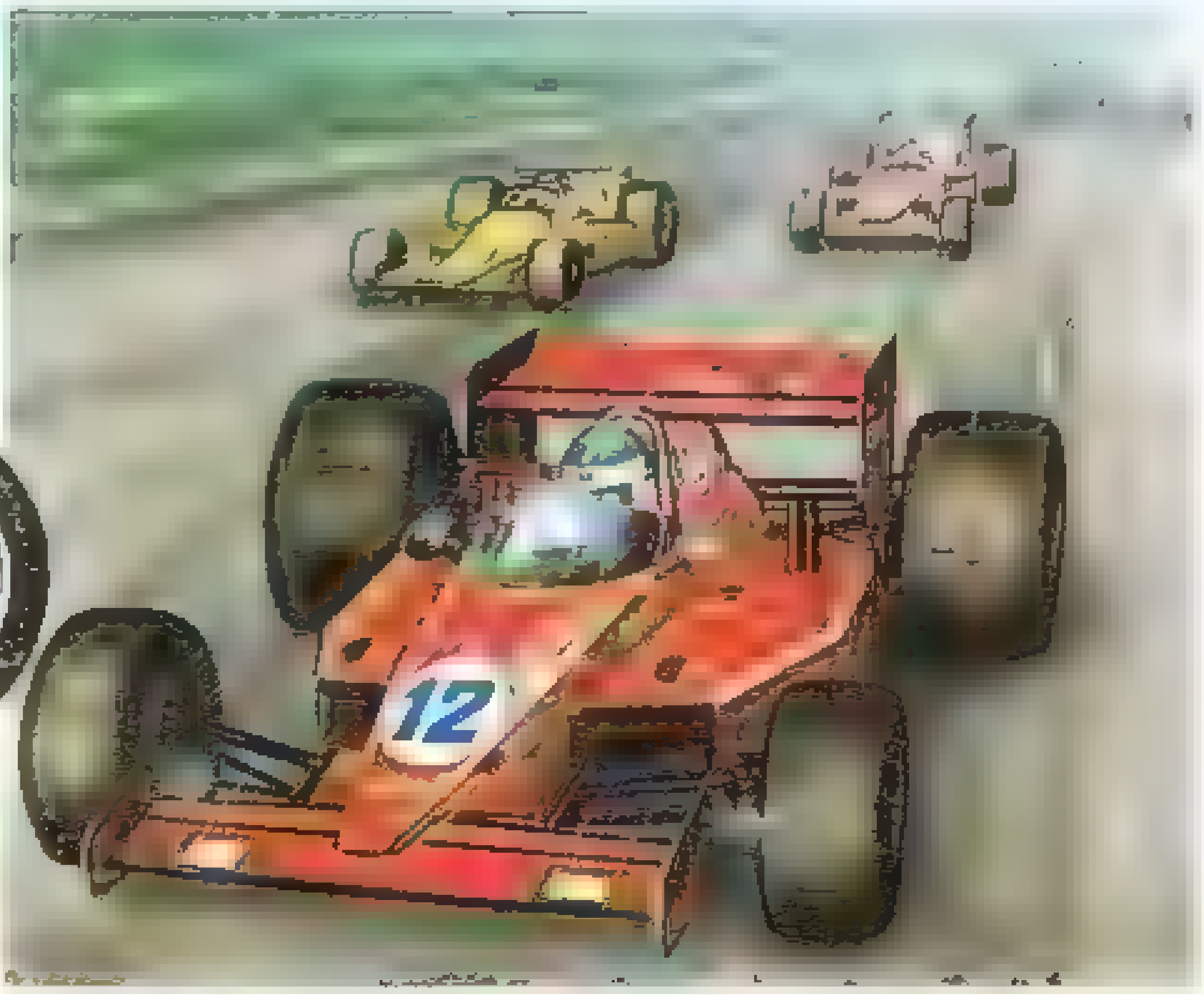
لا شَكَّ أنَّكَ رَأَيْتَ، على شاشتك الصغيرةِ، سباقاتٍ للدرَّاجاتِ، أَوِ الدراجاتِ الناريَّةِ، أَوِ السَّيَّاراتِ. يا لَهُ مِنْ مَشْهَدٍ! يُحَقِّقُ الأَبْطالُ أَحيانًا نَتائِجَ باهِرَةً. لكِنَّ المُبارَيَاتِ تتيحُ أَيْضًا تحقيقَ تَقَدُّمٍ في صناعَةِ السيَّاراتِ والدَّرَّاجاتِ. فَتُبْنَى مُحَرِّكاتٌ جديدَةٌ، أَقَلُّ استِهْلاكًا لِلْوَقُودِ. وتُطَوَّرُ العَجَلاتُ بِحَيْثُ تُصْبِحُ أَثْبَتَ عَلَى الطرقاتِ. وتُضْبَطُ مَكَابِحُ أَكْثَرُ فعاليَّةً، لا تُجَمِّدُ العَجَلاتِ. تُحَسَّنُ شُرُوطُ السَّلامَةِ وَيُرَاقَبُ مَدَى تَحَمُّلِ كُلِّ قِطْعَةٍ لِلبَرْدِ أَوِ الحرارَةِ أَوِ المَطَرِ.

أَيْنَ مُحَرِّكُ الدَّرَّاجَةِ؟

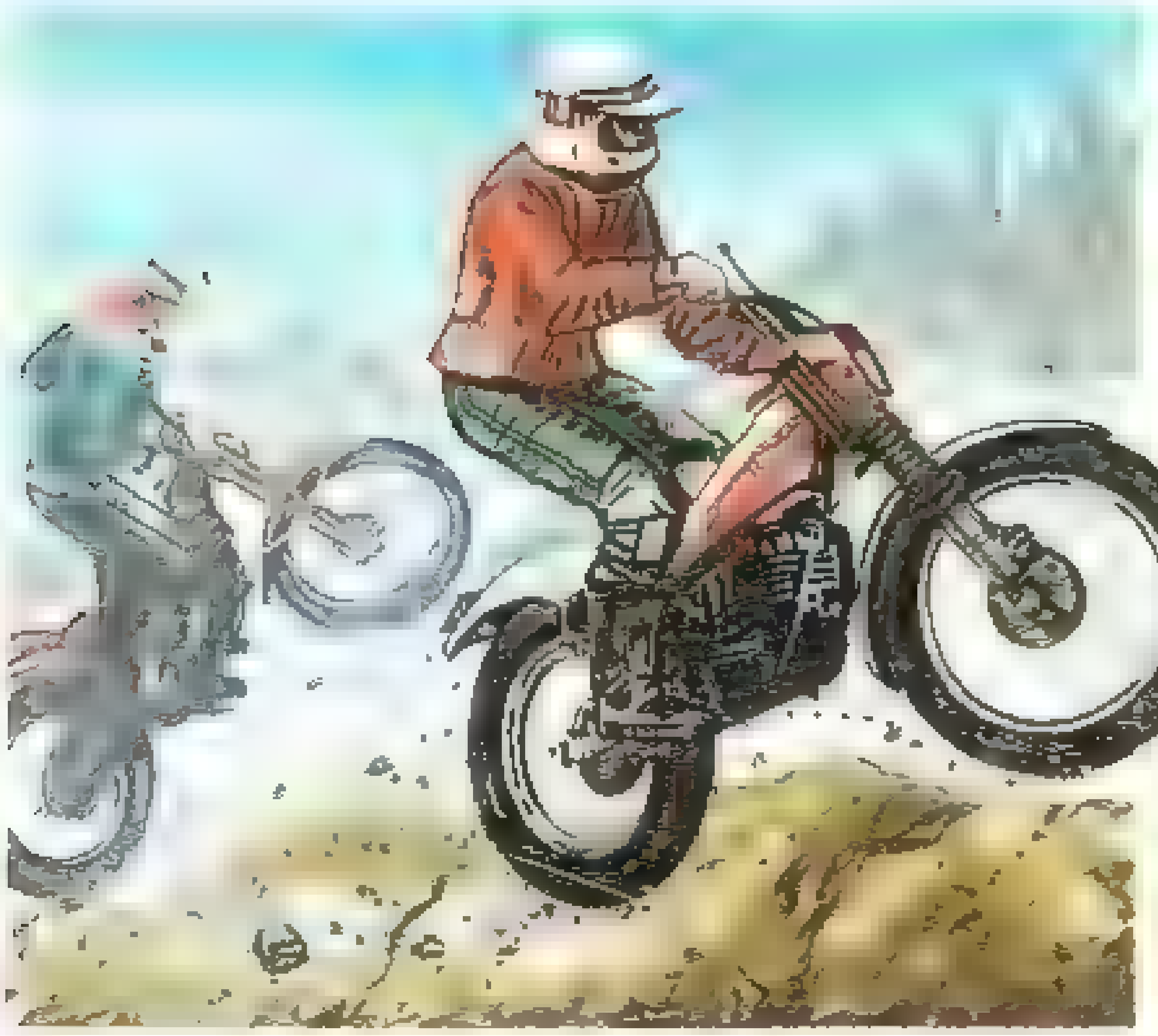
بالطَّبْعِ، مَهْمَا بَحَثْتَ جَيِّدًا، فَلَنْ تَرى مُحَرِّكًا في درَّاجَتِكَ! والحالُ أنَّها تَسيرُ، حتَّى صُعُودًا. حَسَنًا، المُحَرِّكُ هُوَ أَنْتَ! حينَ تضغطُ على الدَّوَّاسَتَيْنِ، يَشُدُّ دَوَرانُهُما عَلَى سِلْسِلَةٍ تُديرُ العَجَلَةَ الخَلْفِيَّةَ. والواقِعُ أَنَّ عَضَلاتِكَ هِيَ الَّتِي تَجْعَلُ دَرَّاجَتَكَ تَتَقَدَّمُ. لكِنَّكَ تجدُ ذلِكَ مُتْعِبًا أحيانًا! لِمَزيدٍ مِنَ الراحَةِ والسُّرْعَةِ، وُجِدَتِ الدرَّاجَةُ ذاتُ المُحَرِّكِ الصغيرِ. وَهُنَاكَ نَوْعٌ مِنْ سباقِ الدراجاتِ تستعمَلُ فيه درَّاجَةٌ ثُلاثِيَّةُ العَجَلاتِ لَهَا هَيْكَلٌ خارِجيٌّ كَهَيَاكِلِ السَّيَّاراتِ!

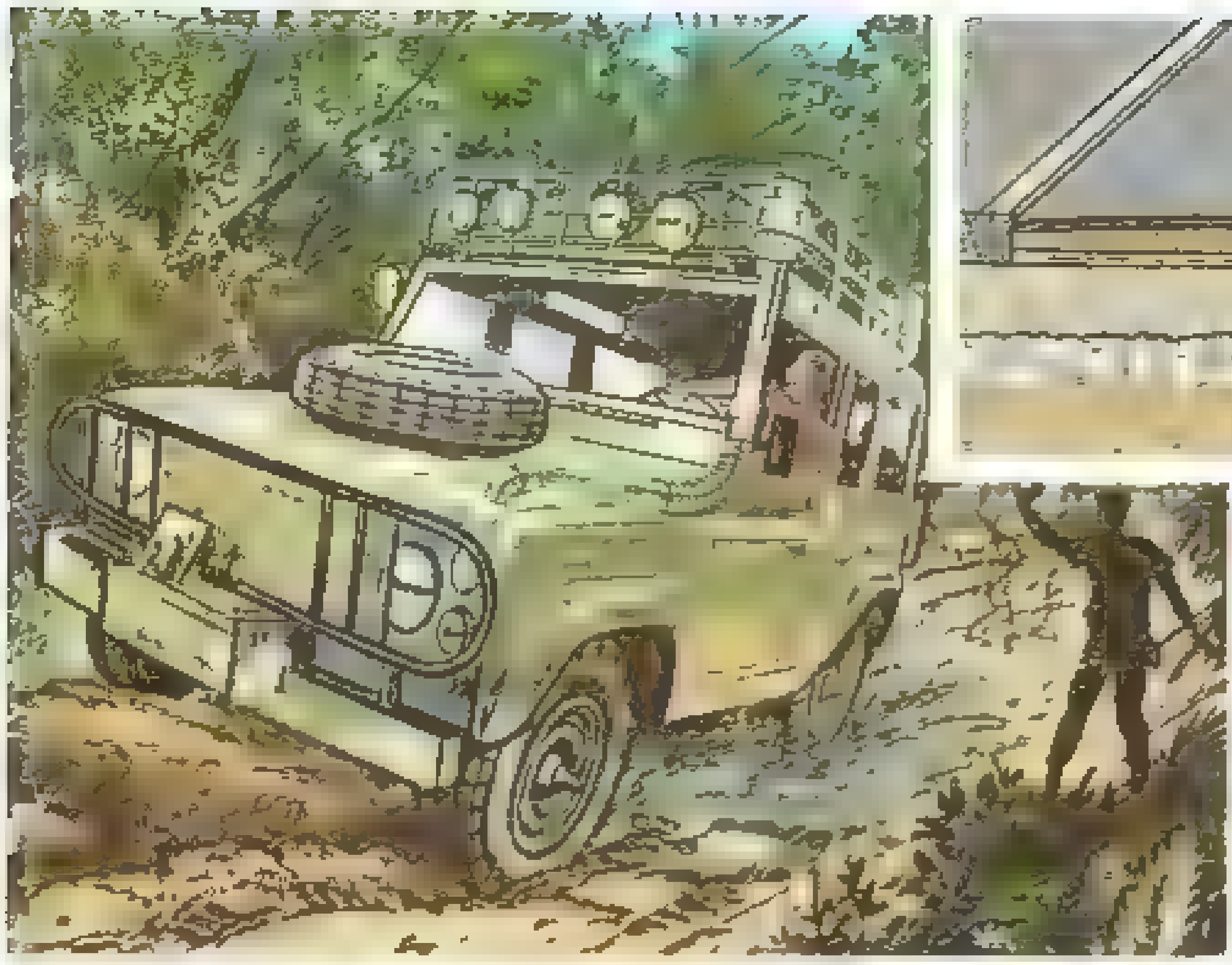
هَلِ الدَّرَّاجَاتُ النَّارِيَّةُ خَطِرَةٌ؟

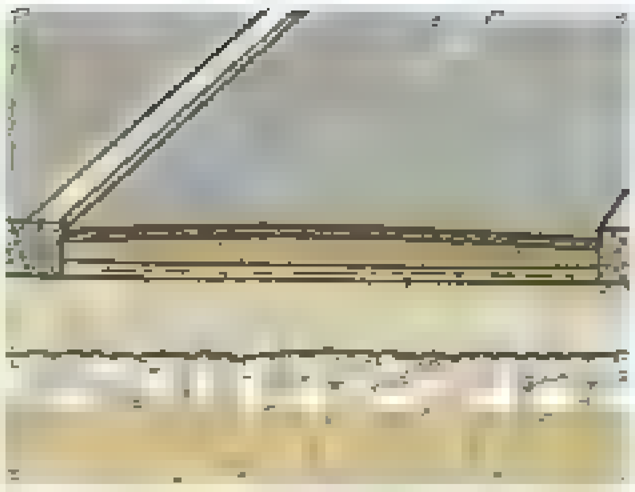
الدَّرَّاجَةُ النارِيَّةُ، كَدَرَّاجَتِكَ العادِيَّةِ، لَيْسَ فيها سِوَى عَجَلَتَيْنِ: مُشْكِلَتُنَا عَلَيْهَا، هِيَ أَنْ نتجَنَّبَ السُّقُوطَ. الدَّرَّاجاتُ النارِيَّةُ الكُبْرى، مُزَوَّدَةٌ بِمُحَرِّكاتٍ أَقْوى مِنْ مُحَرِّكاتِ سَيَّاراتٍ أحيانًا، تكونُ ثقيلَةً. عندَ التَّوَقُّفِ، يجبُ أَنْ نَضَعَ رِجْلَنا عَلَى الأَرْضِ. وأَمَّا حينَ تَجْري، فَسُرْعَتُها هِيَ التي تحافِظُ عَلَى تَوازُنِها؛ إنَّمَا يَجِبُ أَنْ نَميلَ مَعَهَا عِنْدَ المُنْعَطَفاتِ. لَيْسَتِ الدَّرَّاجَةُ النارِيَّةُ خَطِرَةً، وَلكِنْ يَجِبُ أَنْ نَتَعَلَّمَ جَيِّدًا كيفَ نَقودُها. وَبِمَا أَنَّها لَيْسَتْ مُزَوَّدَةً بِهَيْكَلٍ خارِجِيٍّ لِحِمَايَتِنَا مِنَ الصَّدَماتِ، فلا غِنًى عَنِ الخوذَةِ.

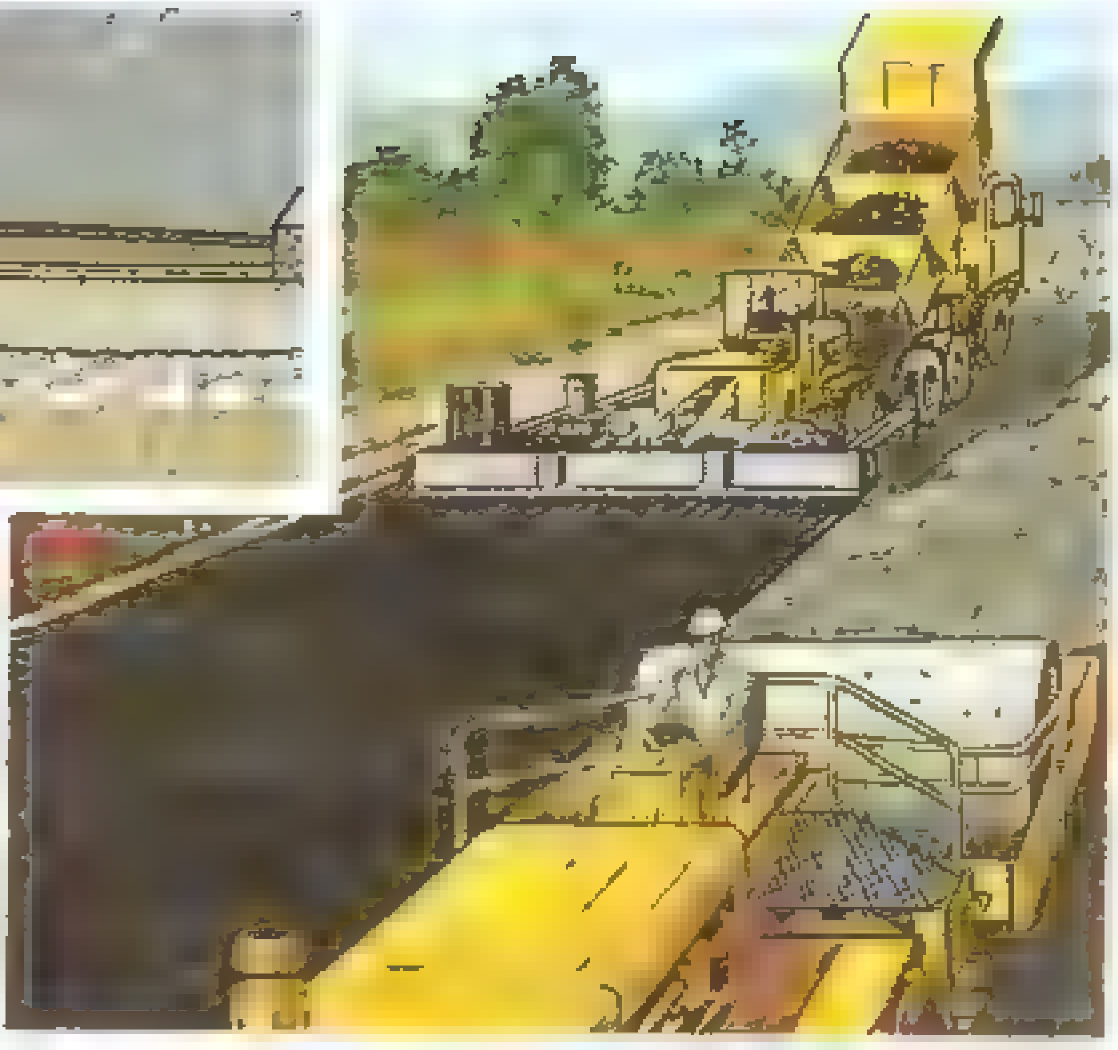


سباق لِلسَّيَّاراتِ


سباق المسافاتِ الوعرة





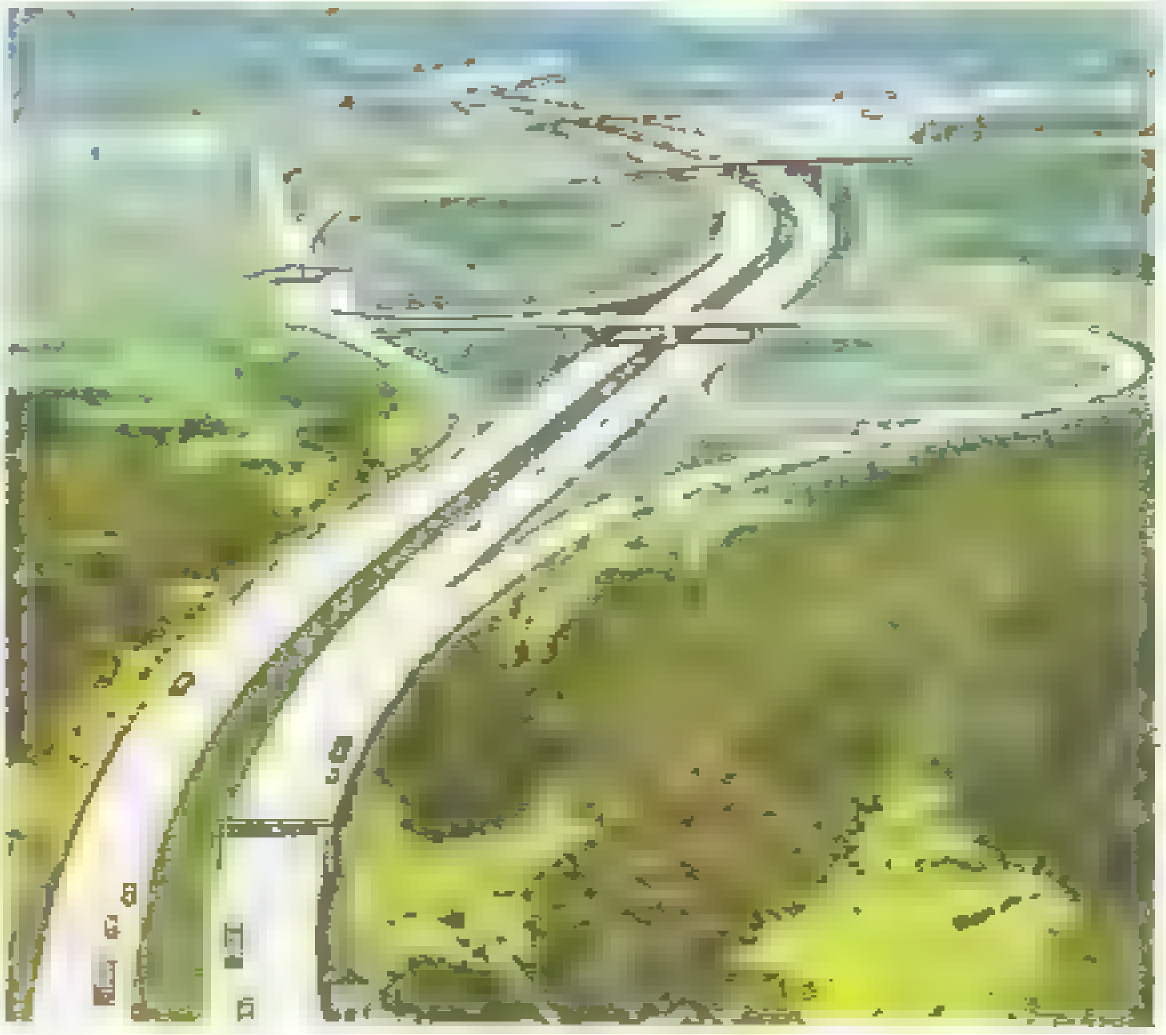


لا بُدَّ من تعبيد الطُّرقات وترصيفها.

مسلك سير صعب

هَلْ يَخْتَلِفُ الأُوتُوسْتْرَادُ عَنِ الطُّرُقِ الأُخْرَى؟

تَمُرُّ على الاوتوستراد أحيانًا آلافُ السَّيَّاراتِ في ساعةٍ واحدةٍ. لذلك يَجِبُ أَنْ يكونَ مَتينًا جدًّا. ولِمَزيدٍ مِنَ الأَمانِ، تُفْصَلُ السَّيَّاراتُ بِرَصيفٍ أَوْسَطَ. ولا يتلاقَى الخَطَّانِ، كَمَا لا تتقاطَعُ الطرقاتُ الأُخْرَى مَعَهُمَا. بَلْ يَجِبُ أَنْ تَمُرَّ فوقَ الأوتوستراد أو تَحْتَهُ. وَلِكَيْ تستطيعُ السَّيَّاراتُ أَنْ تُحَافِظَ على سُرْعَةٍ مُنْتَظِمَةٍ، تُوَسَّعُ المُنْعَطَفَاتُ، وَتُقَلَّلُ دَرَجَاتُ الانْحِدَارِ حيثُ تَعْلُو الطريقُ أو تهبطُ. لذلكَ تكونُ كلفةُ بناءِ الأوتوسترادات وَصِيَانَتِهَا باهِظَةً جدًّا.



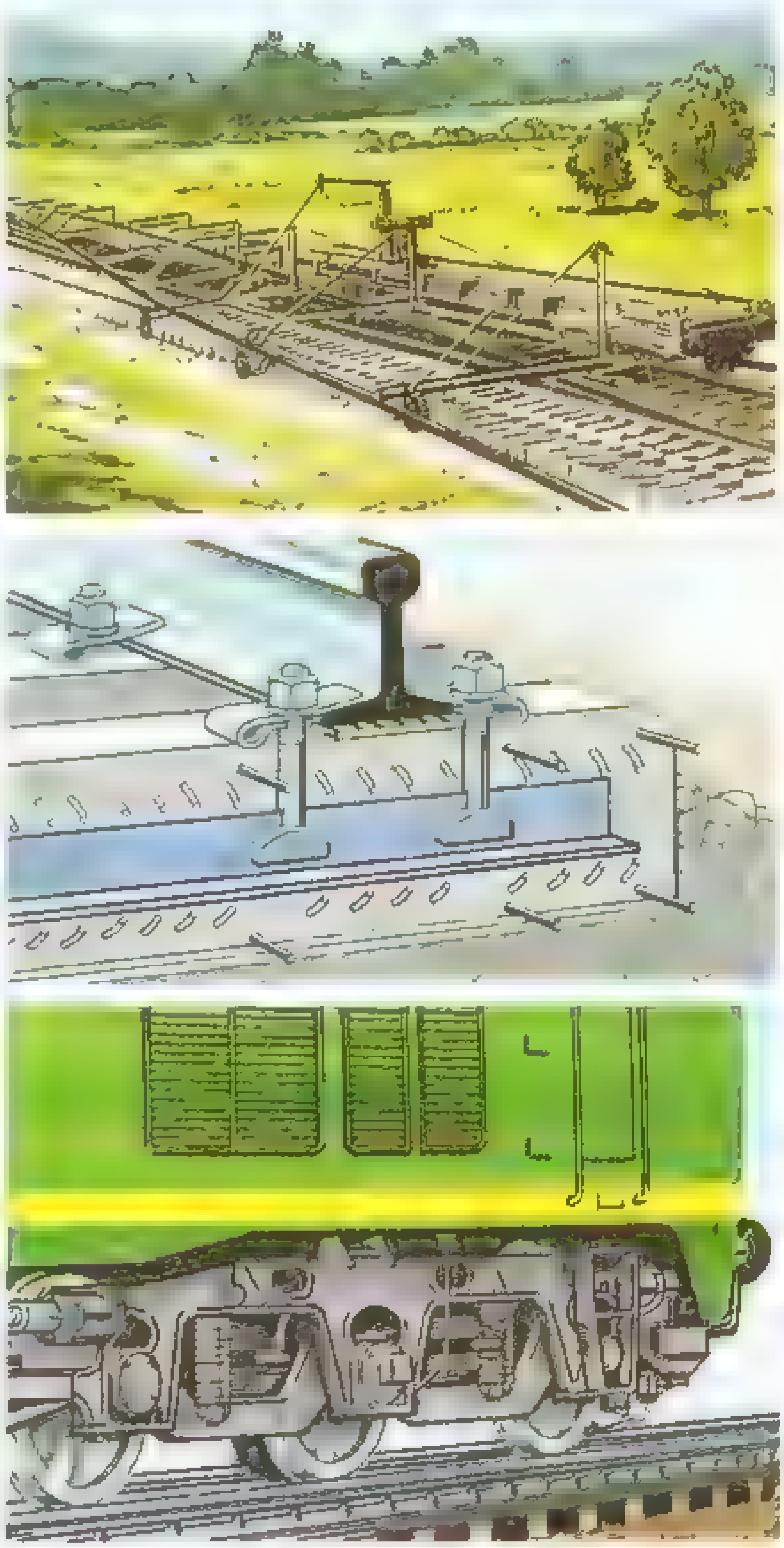
تتطلّبُ الأوتوستراداتُ أشغالاً كثيرةً

لِمَاذَا يُوضَعُ الزِّفْتُ عَلَى الطُّرُقَاتِ؟

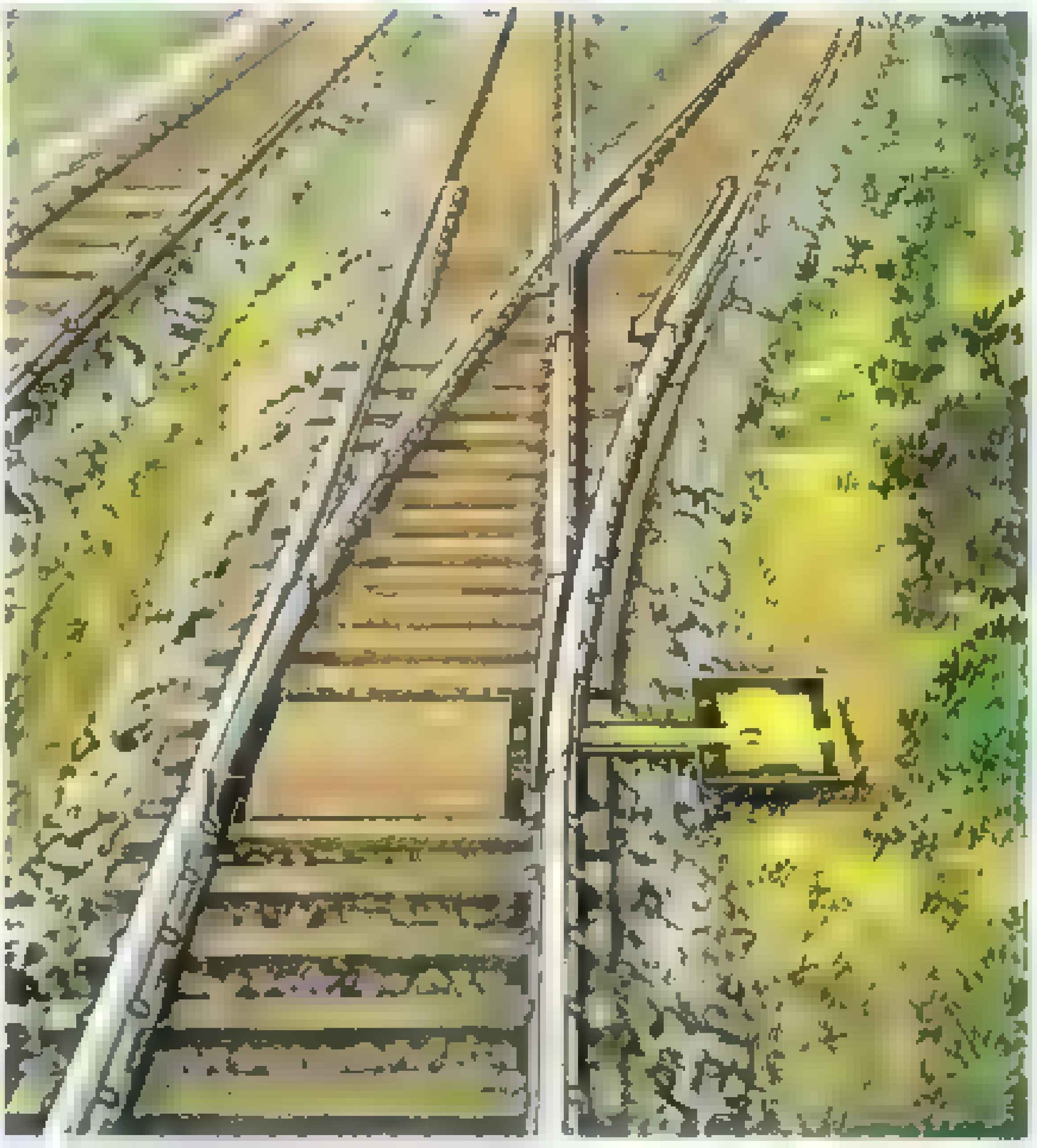
كَانَتِ الطُّرُقَاتُ الأُولَى ترابيَّةً مِثْلَ دروبِ الرِّيفِ. كانت وعرةً وكثيرةَ الغُبَارِ. وحينَ يسقطُ المَطَرُ، تغوصُ العَجَلاَتُ في الوُحُولِ. لذلِكَ أَخَذَ الناسُ يُغَطُّونَ الطُّرُقَ بالحَصَى، أَوْ يُبَلِّطونَهَا بحيثُ تُصبِحُ أَمْتَنَ، ويصيرُ التَنَقُّلُ عَلَيْهَا أَسْهَلَ. هكَذَا كَانَ يَفْعَلُ الرومانُ. وَهُنَاكَ طُرقٌ كثيرةٌ مِنْ صُنْعِهِمْ لا تزالُ مَوْجُودَةً حتَّى الآنَ. أَمَّا طُرُقُ أَيَّامِنَا الحاضِرَةِ فَتُعَبَّدُ وَتُغَطَّى بالزفتِ: هكذَا تُصْبِحُ أَكْثَرَ استِواءً وانْتِظَامًا.

كَيْفَ تُبْنَى السِّكَكُ الْحَدِيدِيَّةُ؟

لا يمكِنُ أَنْ نَذْهَبَ في القِطارِ إلى أيِّ مكانٍ، كَمَا نَذْهَبُ في السيَّارةِ. إذْ يَجِبُ أَنْ تبقى عَجلاتُهُ عَلَى السِّكَّةِ. وَهِيَ مِثْلُهَا مِنَ الفولاذِ، وَلاَ تَلْمِسُ إلاَّ جزءًا صغيرًا مِنْهَا. وهكَذَا لا تَحْتَكُّ كَثِيرًا، ويستطيعُ القِطارُ أَنْ يَجُرَّ قَوَافِلَ ضَخْمَةً. بَلْ يَسْتَطيعُ رَجُلٌ واحِدٌ أَنْ يُحَرِّكَ حافِلَةً وَزْنُهَا عِدَّةُ أَطْنانٍ! لكِنَّ المسافَةَ بَيْنَ خَطَّيْ سِكَّةِ القِطارِ يَجِبُ أَنْ تَظَلَّ ثابِتَةً. لذلك تُمَهَّدُ الأَرضُ بِرَصَّةٍ مِنَ الحصَى، وَيُثَبَّتُ خطَّا السِّكَّةِ عَلَى عَوارِضَ مِنْ خَشَبٍ أَوْ إسْمَنْتٍ. وَهكَذَا لا يتزحْزحانِ.



يُثَبَّتُ خطُّ السكَّةِ الحديديةِ على عوارض



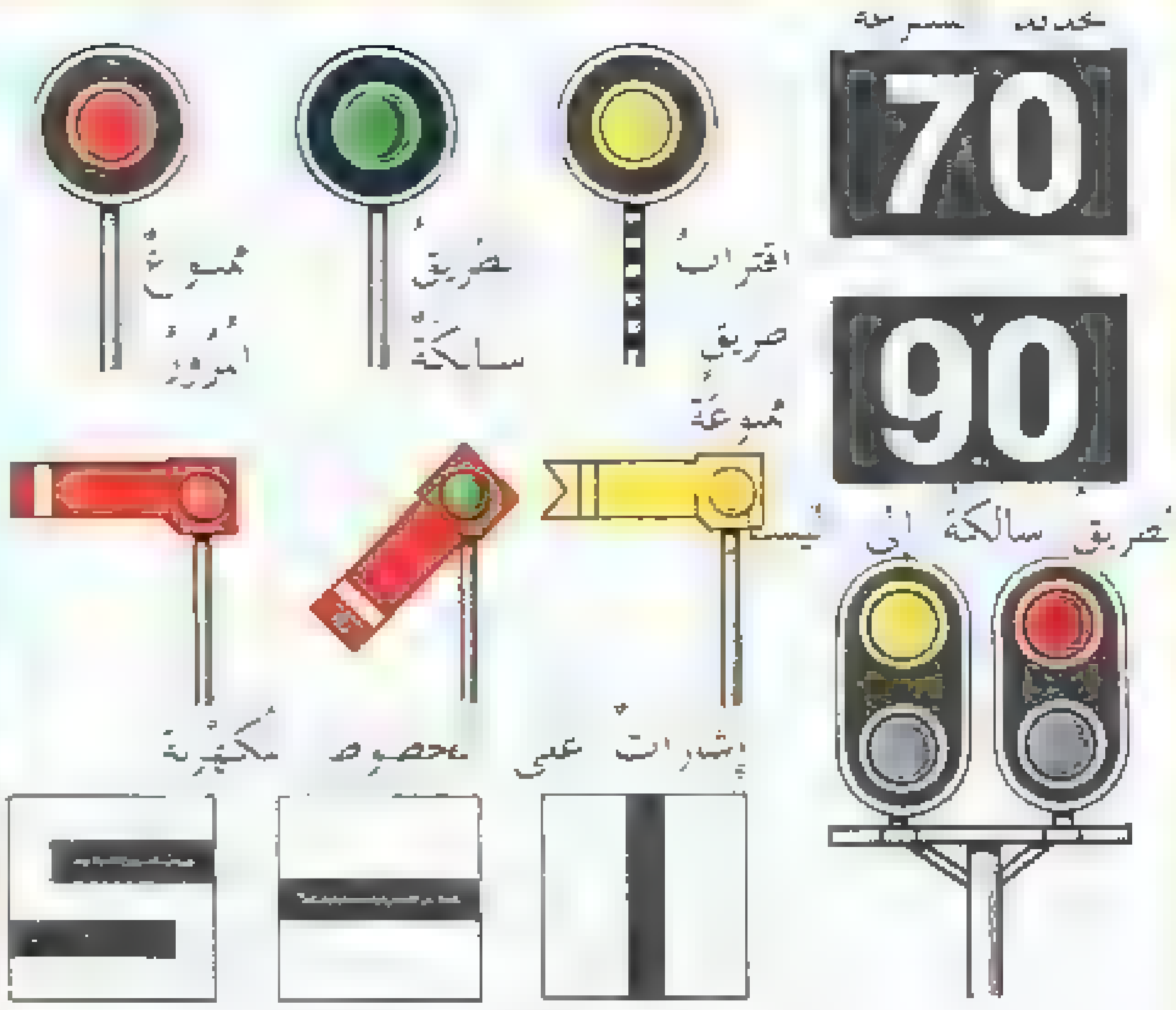
تُوجَّهُ القطاراتُ بفضلِ المحوِّلات

كَيْفَ يَنعَطِفُ القِطَارُ؟

لَيْسَ هُناكَ مِقْوَدٌ في القِطـارِ. وَلِكَيْ يُغيِّرَ اتِّجـاهَهُ، لا بُدَّ أَنْ يُغيِّرَ طـريـقَهُ، بِفَضْلِ المُحوِّلاتِ. وهذِهِ الأخيرَةُ تُوجَّهُ انطِلاقًا مِنْ مَراكِزِ التَّحْويلِ الشبيهَةِ بِأَبْراجِ المُراقَبَةِ. فالعَجَلاتُ تَتْبَعُ السِّكَّةَ حَتْمًا، ولا تَنعَطِفُ. أَمَّا نقاطُ الاتصالِ بينَ الحافِلاتِ، فَهِيَ مَرِنَةٌ. إنَّها تَتَحرَّكُ وَتُتيحُ للقِطارِ أَنْ يسلكَ في المُنْعَطَفاتِ، التي تكونُ دائِمًا وَاسِعَةً. القطار شَبيهٌ بِتِلْكَ الأَلْعابِ المُؤَلَّفَةِ مِنْ قِطَعٍ خَشَبيَّةٍ مُتَواصِلَةٍ كالعقدِ عَبْرَ خيطٍ...

مَا هُوَ أَعْجَبُ قِطَارٍ؟

لَقَدْ صُنِعَتِ القاطِرَةُ البُخارِيَّةُ الأُولى مُنْذُ أَكْثَرَ مِنْ مِئَةٍ وَخَمْسينَ سَنَةً. في ذلِكَ الزمانِ لَمْ تكُنِ القِطاراتُ أَسْرَعَ مِنْ إنْسانٍ يَرْكُضُ عَلَى قَدَمَيْهِ. أَمَّا الآنَ فَقِطارُ السُّرْعَةِ القُصوى يتجاوَزُ المِئَتَيْنِ والخَمْسينَ كيلومترًا في الساعَةِ. وبعضُ خُطوطِ السِّكَكِ الحديدِيَّةِ طَويلَةٌ بِشَكْلٍ هائِلٍ: فَقِطارُ «عَبْرَ سيبيريا»، الذي يَنْطَلِقُ مِنْ موسكو، يجتازُ نَحْوَ عَشَرَةِ آلافِ كيلومترٍ، في أَكْثَرَ مِنْ ثمانِيَةِ أَيَّامٍ. وَثَمَّةَ قِطاراتٌ أُخْرى تَتَميَّزُ بالتَّرَفِ. ففي قِطار الشرقِ السريعِ، بين باريس واسطنبول، كانَ الرُّكّابُ يَتناوَلونَ أَشْهَى الأَطْعِمَةِ والأَشْرِبَةِ في أَوانٍ مِنْ فِضَّةٍ.



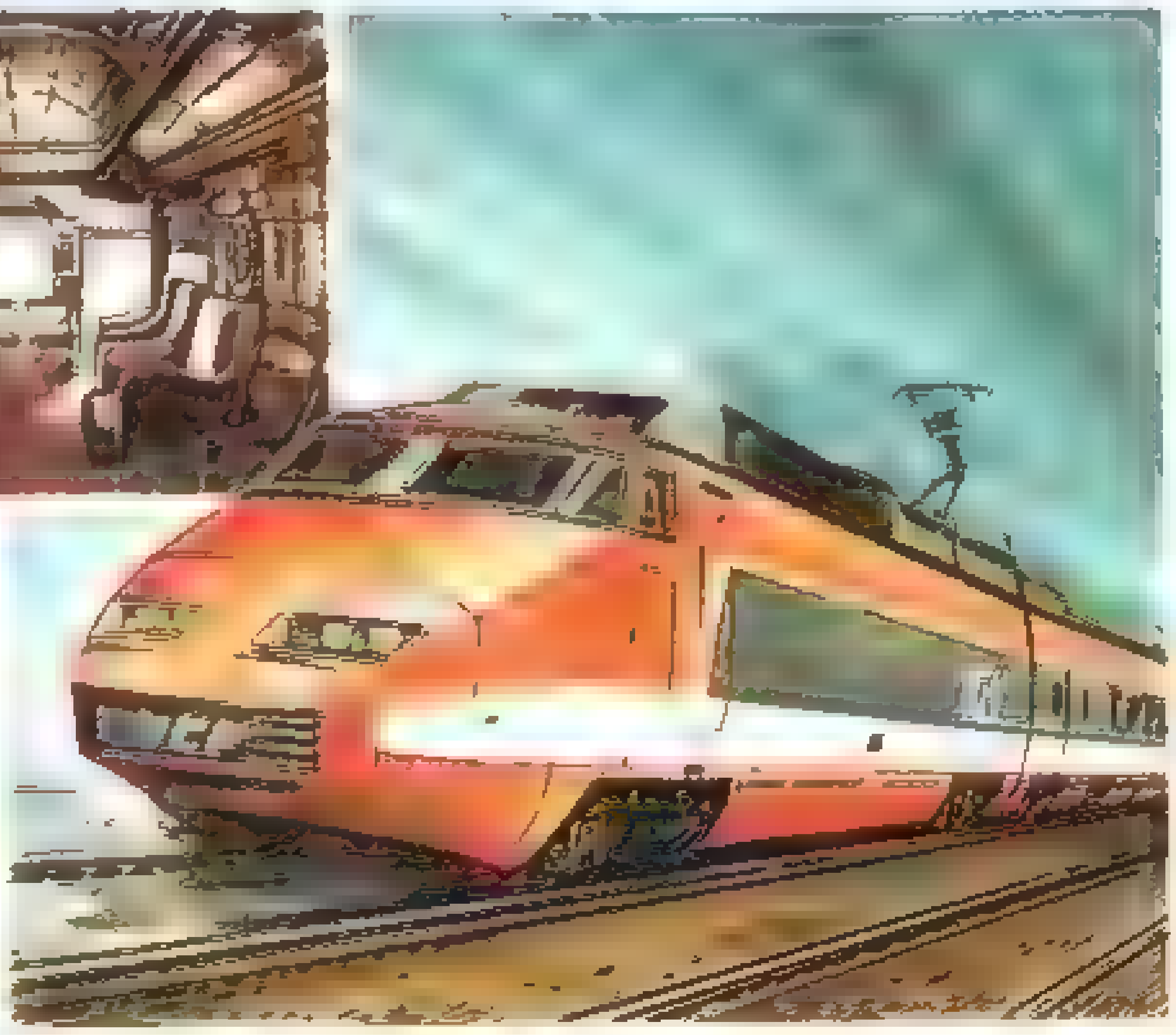
قمرة سائق قاطرة

ثمة إشارات عديدة، ميكانيكية أو ضوئية...

هَلْ يَجِبُ عَلَى القِطَارِ دَائِمًا أَنْ يَتْبَعَ الإِشَارَاتِ؟

يَتْبعُ القِطارُ طريقَهُ وَحْدَهُ، وسائقُهُ لا يَهْتَمُّ بالخَطِّ الذي يَجِبُ أَنْ يَسْلُكَهُ. إنَّما يضبطُ السرعَةَ عَلَى الأَخصِّ، مُرَاقِبًا الإشاراتِ. وَهذِهِ الأَخيرَةُ مُنْتَشِرَةٌ عَلَى طولِ الخَطِّ، الَّذي تُقَسِّمُهُ إلى أَجْزاءٍ يبلغ طولُهَا نَحْوَ كيلومترَيْنِ.

حينَ يَمُرُّ القِطارُ، يصيرُ الضَّوْءُ أَحْمَرَ. وحينَ يَصِلُ إلى الجُزْءِ الثاني، يَنْتَقِلُ الضوءُ مِنَ الأَحْمَرِ إلى البرتقالِيِّ؛ وحينَ يَبْلُغُ الجُزْءَ الثالِثَ، يصيرُ الضَّوْءُ أَخْضَرَ. هكَذَا إذًا يعرفُ السائِقُ عَلَى الدَّوامِ، أَيَّ مَسافَةٍ تفصلهُ عَنِ القِطَارِ الذي يَتَقَدَّمُهُ. فإذًا، يستطيعُ أَنْ يزيدَ سُرْعَتَهُ أَوْ يخفضَهَا.

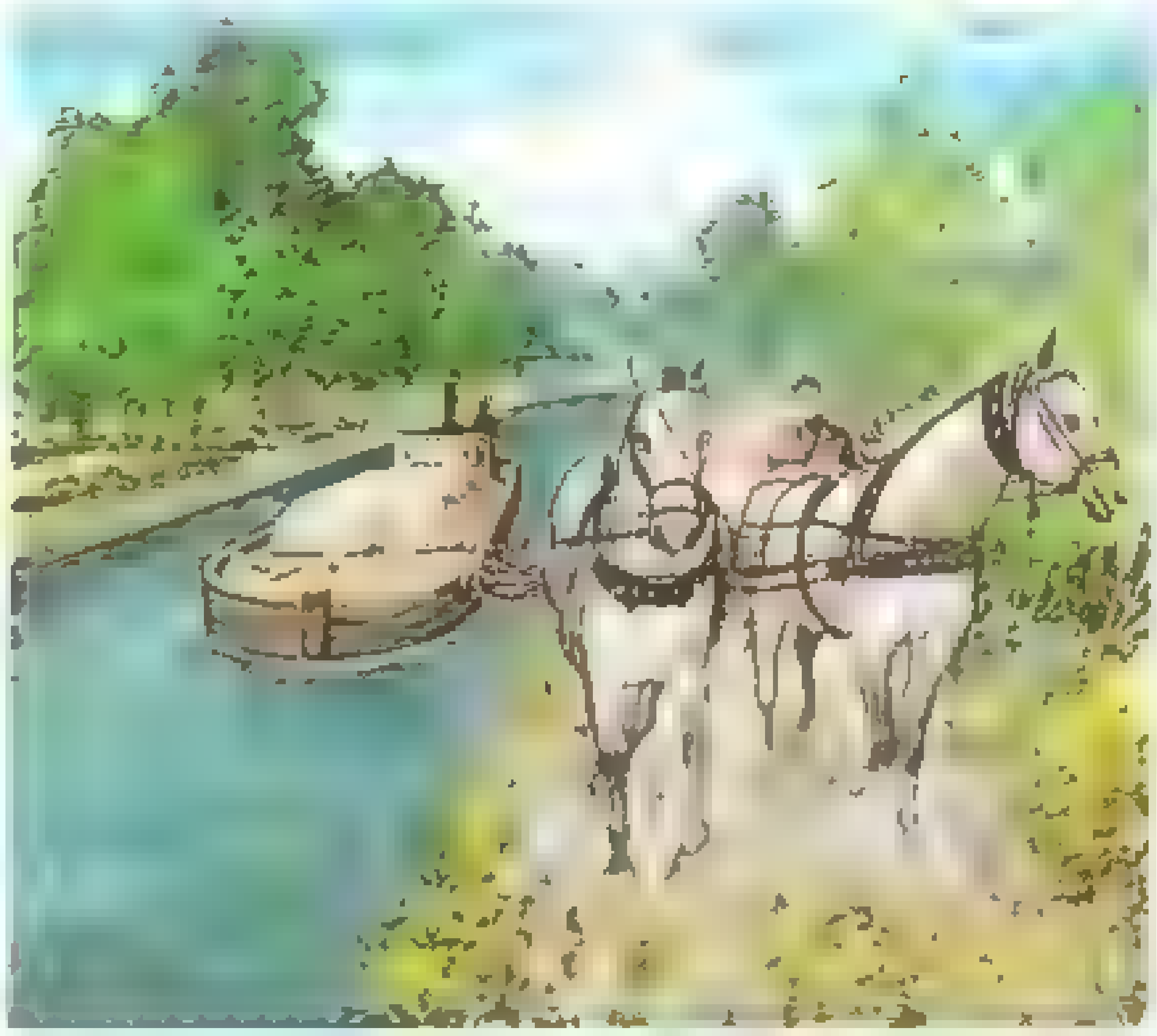


قطارُ السرعةِ القصوى العصريُّ جدًّا

القطارات الأولى

قنوات سد [illegible]

قناة كورنثس



مَا نَفْعُ الْمَرَاكِبِ النَّهْرِيَّةِ الْمُسَطَّحَةِ؟

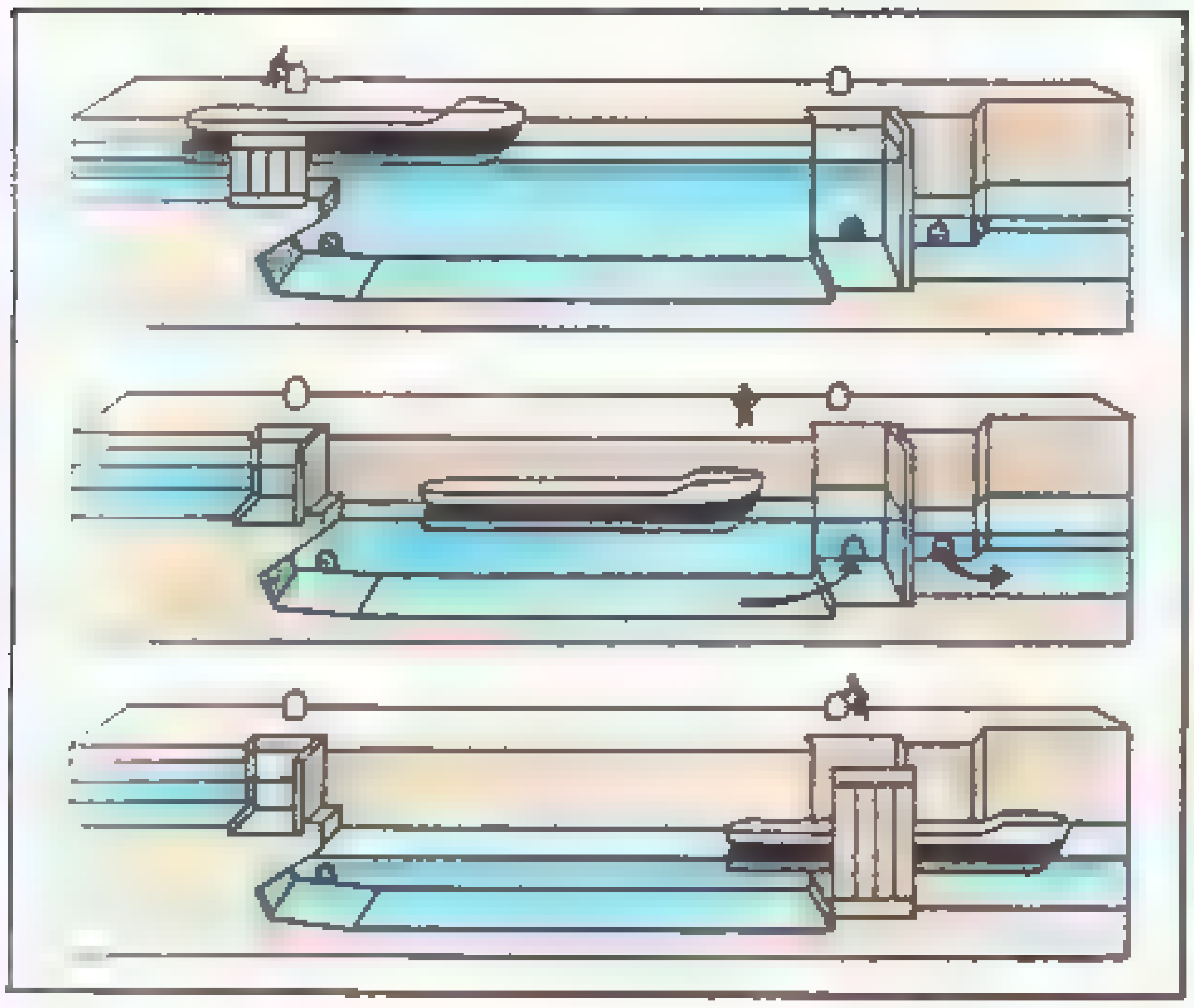
يُمكِنُ أنْ ننتقلَ على الماءِ بِسُهُولَةٍ، من دونِ أنْ نَبْذُلَ جهدًا كبيرًا، إذَا لَمْ نحاوِلِ الإسْراعَ. حينَ تَذْهَبُ إلى حوضِ السباحَةِ، تمدَّدْ على ظَهْرِكَ في الماءِ وَحَرِّكْ رِجْلَيْكَ قَليلاً: سرعانَ ما تتقدَّمُ. هذَا ما تَفْعَلُهُ المراكبُ النهريَّةُ المسطَّحَةُ تقريبًا. فيما مَضى كانَ الناسُ يَجُرُّونَهَا بأيديهِمْ أو بالأحصِنَةِ. يسيرونَ على الضفَّةِ ويجرُّونَ المركَبَ بالحِبَالِ. أمَّا اليومَ، فالمراكِبُ النهريَّةُ المسطَّحَةُ مزوَّدَةٌ بالمُحرِّكاتِ. وغالِبًا ما تكفي واحِدَةٌ مِنْهَا لِجرِّ قِطَارٍ مِنَ المَرَاكِبِ الأُخْرَى، التي تَنْقُلُ آلافَ الأطْنانِ مِنَ المصانِعِ.

المراكبُ النهريَّةُ المسطَّحةُ تجرُّ [illegible]

إِلَى أَيْنَ تَذْهَبُ الْقَنَوَاتُ؟

المَرَاكِبُ تُبْحِرُ في البَحْرِ طَبْعًا، وَلكِنْ كَذلِكَ في الأنهارِ والقنواتِ، التي هِيَ مَجَارٍ مائِيَّةٌ شَقَّهَا البَشَرُ حَيْثُ لَمْ يَكُنْ هُنَاكَ ماءٌ. القَنَوَاتُ عَمِيقَةٌ بِمَا فِيهِ الكِفايَةُ لِكَيْ تَتَجَوَّلَ فيها المَرَاكِبُ النَّهْرِيَّةُ المُسَطَّحَةُ بِسُهُولَةٍ. إِنَّهَا تَصِلُ مَا بَيْنَ المُدُنِ الكُبْرَى داخِلَ البَلَدِ، والتي تَكُونُ مَرَافِئُها مُهِمَّةً جِدًّا أَحْيانًا. هُناكَ أَيْضًا قَنَواتٌ تَعْبُرُ قَارَّاتٍ كامِلَةً. وأُخْرَى، كَمَا في السُّوَيْسِ أَوْ بَنَما، تُتِيحُ لِلسُّفُنِ الكُبْرَى أَنْ تَنْتَقِلَ مِنْ بَحْرٍ إِلى آخَرَ.

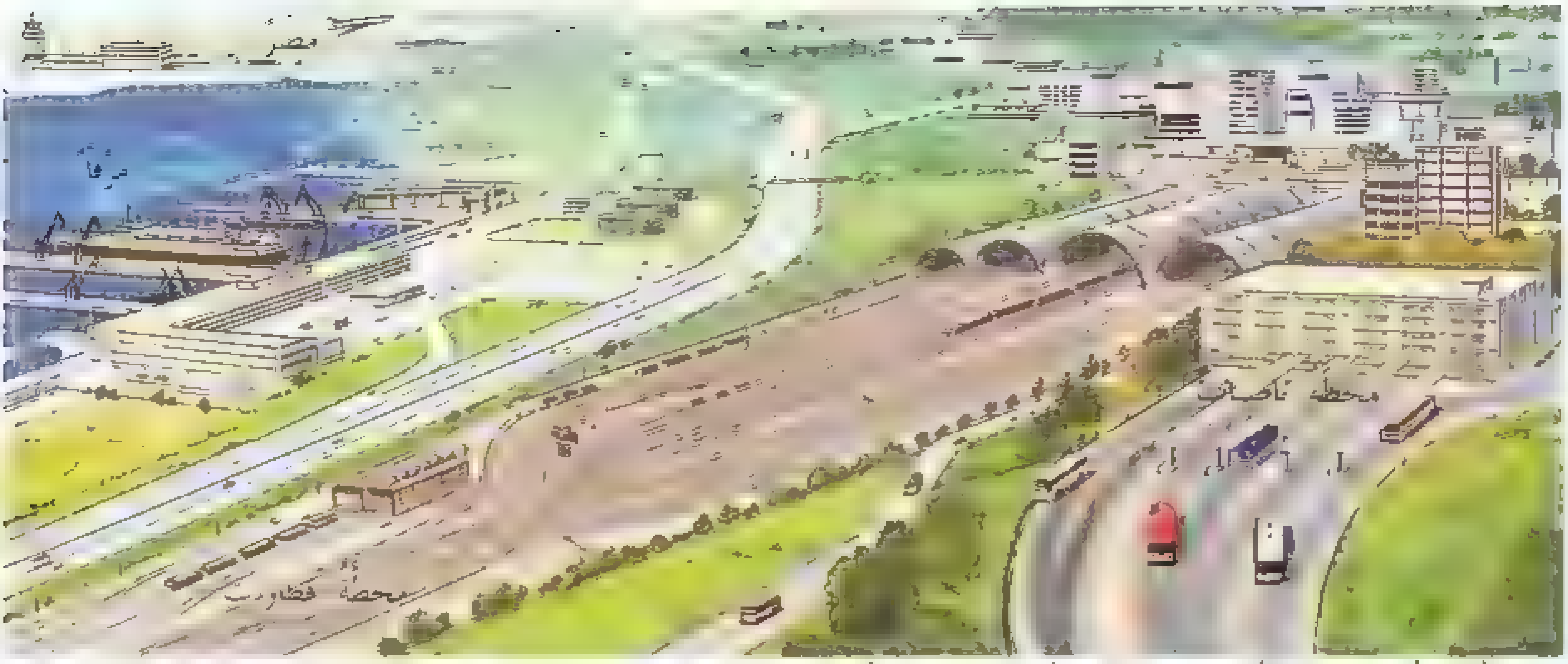
مِصْعَدُ سُفُنٍ



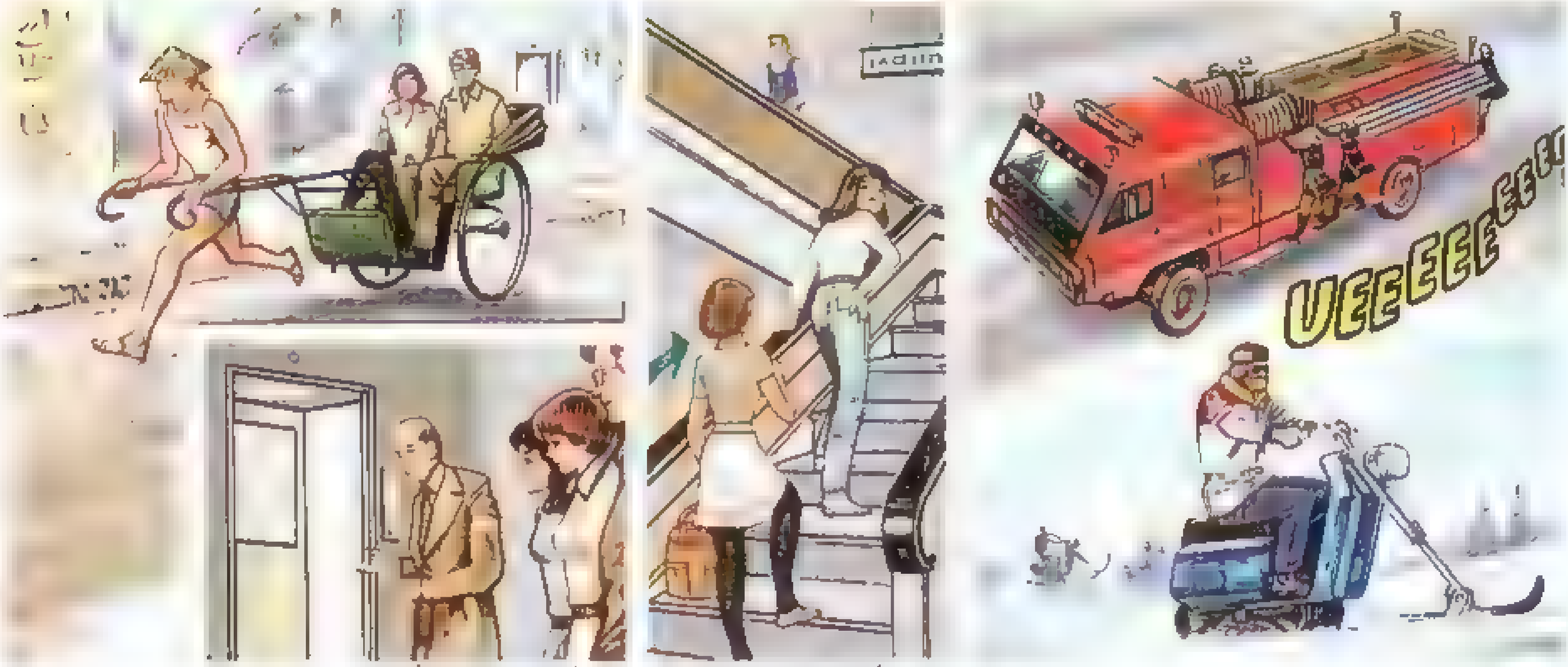
مَرْكَبٌ عَبْرَ تُرْعَةٍ

لِمَاذَا تَمُرُّ الْمَرَاكِبُ النَّهْرِيَّةُ فِي تُرَعٍ؟

الرِّيفُ لَيْسَ مُسَطَّحًا تَمامًا؛ لِذلِكَ يَتَفَاوَتُ مُسْتَوَى القَنَواتِ صُعُودًا وَهُبُوطًا. فَتُقَسَّمُ إِلى أَجْزاءٍ تُسَمَّى قِطَاعَاتٍ. وَهذِهِ الأَخِيرَةُ كالدَّرَجِ، لا يَتَسَاوَى ارْتِفَاعُهَا. لا بُدَّ إِذًا مِنْ إِقَامَةِ التُّرَعِ فيما بَيْنَهَا. يَدْخُلُ المَرْكَبُ النَّهْرِيُّ إِلى التُّرْعَةِ عَبْرَ بابٍ. يُغْلَقُ وراءَهُ، وَبِفَضْلِ السُّكُورِ، يُمْلأُ حَوْضُ التُّرْعَةِ أَوْ يُفْرَغُ. يَصْعَدُ المَرْكَبُ أَوْ يَهْبِطُ. حِينَ يَصِيرُ عَلَى مُسْتَوَى القِطاعِ التَّالِي، يُفْتَحُ البابُ الآخَرُ، لِيَتَمَكَّنَ المَرْكَبُ مِنَ الخُرُوجِ. وَهُنَاكَ أَيْضًا مَصَاعِدُ لِلسُّفُنِ.



طرقٌ، سُفُنٌ، قطاراتٌ، سياراتٌ: لكلٍّ منها محطةٌ خاصةٌ به



توجد، في كلِّ المدن... طرقٌ كثيرةٌ للتنقّل

أيُمْكِنُ أَنْ نَزِيدَ في سُرْعَتِنَا؟

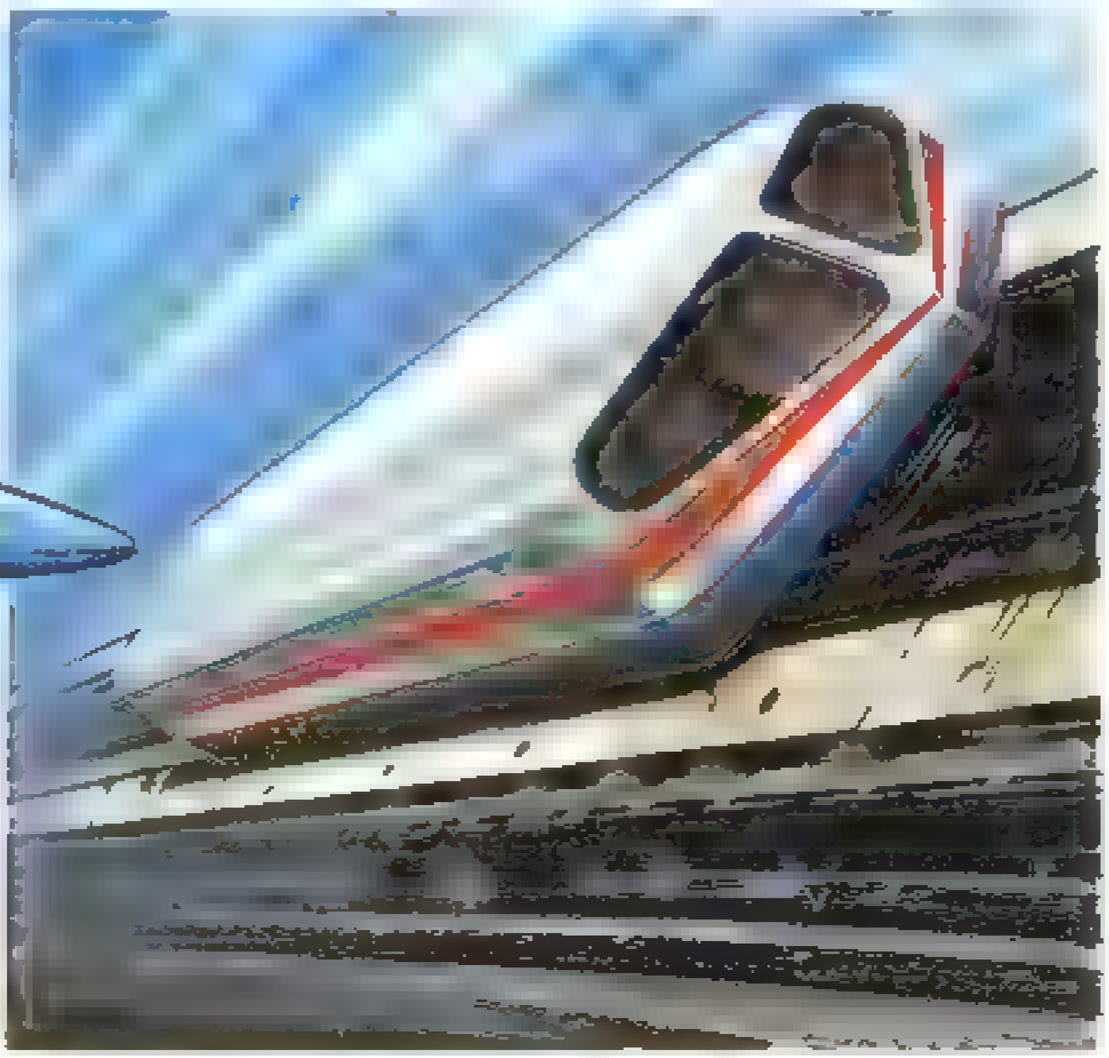
ما زالَ الناسُ، حتى اليومَ، يَخترِعُونَ أَجْهزةً مُتزَايِدَةَ السُّرْعَةِ. في منطقةِ البُحَيْرَةِ المالِحَةِ، في الولاياتِ المتَّحِدَةِ الأميركيَّةِ، سيَّاراتٌ نَفَّاثَةٌ تجري بسرعَةِ أَلْفِ كيلومترٍ في الساعَةِ تقريبًا. ويُفكِّرُ المهندِسُونَ في تسييرِ قطارٍ تَحْتَ الأَرْضِ، في نَفَقٍ مفرغٍ مِنَ الهَوَاءِ، بحيثُ لا يُعيقُ تَقَدُّمَهُ أَيُّ شَيْءٍ. وَهكَذَا يُمْكِنُ أَنْ يجرِيَ بسرعَةِ أَلْفَيْ كيلومترٍ في الساعَةِ تقريبًا، أَيْ ما يُوَازي سُرْعَةَ طائِرَةِ الكونكورد. فإِذًا، يُمْكِنُنَا أَنْ نَزِيدَ في سُرْعَتِنَا أَكْثَرَ فَأَكْثَرَ. لكِنَّ مَسْأَلَةَ الأَمْنِ والسَّلامَةِ تُطْرَحُ أَيْضًا بِشَكْلٍ أَكْثَرَ إِلْحَاحًا. وما زِلْنَا بحاجَةٍ إلى العَمَلِ بِالمَثَلِ السائِرِ: «لا تُسْرِعْ، فالموتُ أَسْرَعُ!».

أَلاَ تُوجَدُ مَحَطَّاتٌ إِلاَّ لِلْقِطَارَاتِ؟

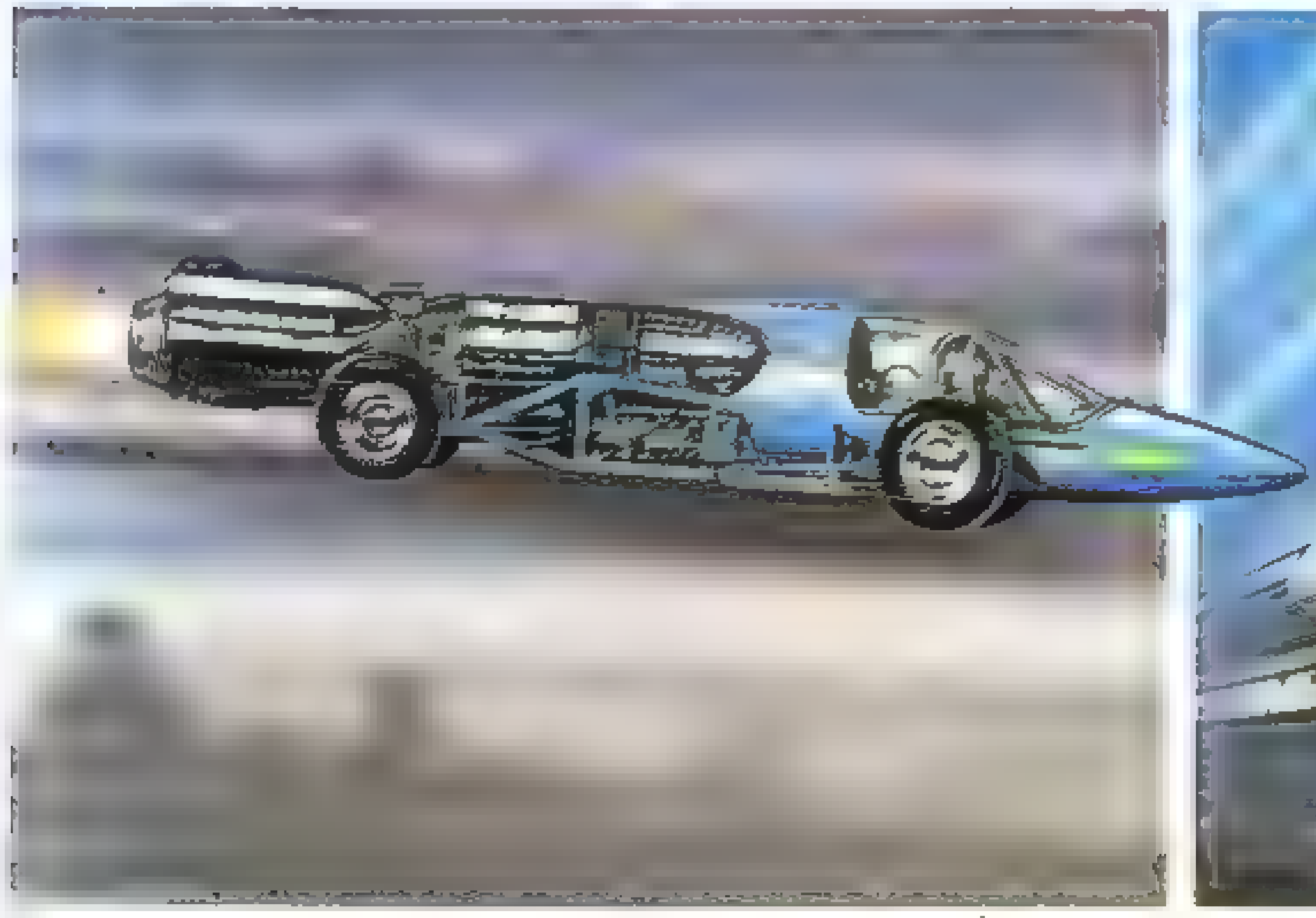
لا شَكَّ أَنَّكَ رَكِبْتَ القِطَارَ، وَتَعْرِفُ كَيفَ تكونُ المَحَطَّةُ. لكِنَّ هُناكَ مَحَطَّاتٍ بَحْرِيَّةً لِمَرَاكِبِ، وَبَرِّيَّةً لِشَاحِنَاتِ والباصاتِ. كُلُّ هذِهِ المَحَطَّاتِ، التي يَمُرُّ فيها المسافِرُونَ والبضائِعُ، تكونُ أَحْيانًا مَجَمَّعَةً في المَوْضِعِ ذاتِهِ. في المَرَافِيءِ مَثَلاً، تُنْقَلُ حُمُولَةُ البواخِرِ إلى القطاراتِ والشَّاحِنَاتِ. حتَّى إِنَّ بَعْضَ البَواخِرِ تُحَمِّلُ أحيانًا قِطاراتٍ كامِلَةً. وفي المَحَطَّاتِ يُحَضَّرُ كُلُّ شَيْءٍ لاستيعابِ وسائِلِ النقلِ الأُخْرَى: كالسَّيَّاراتِ الخاصَّةِ، وَسَيَّاراتِ الأُجْرَةِ، والدَّرَّاجاتِ النَّارِيَّةِ، والباصاتِ، أَوْ قِطاراتِ المترو...

هَلْ تُوجَدُ وَسَائِلُ نَقْلٍ غَرِيبَةٌ جِدًّا؟

تَعْرِفُ الدَّرَّاجَةَ، والسَّيَّارَةَ، والسفينَةَ، والقِطارَ، والطائِرَةَ... هُناكَ أَيْضًا وَسَائِلُ نَقْلٍ أُخْرَى كثيرَةٌ. في الشَّمَالِ القُطْبِيِّ، يَتَنَقَّلُ النَاسُ في زَلاَّجاتٍ تَجُرُّهَا الكِلابُ على الجَليدِ. وما زالَ يُمْكِنُ في الصينِ ان نَرْكَبَ عَرَبَةً ذاتَ عَجلَتَيْنِ يَجُرُّها رَجُلٌ. وَهُنَاكَ درَّاجاتٌ تَرادُفِيَّةٌ يَرْكَبُهَا اثنانِ. وَأَشْكَالُ الشاحناتِ كثيرَةٌ: فَهُنَاكَ شاحناتُ الإِطْفَائِيِّينَ ذاتُ السَّلاَلِمِ الطويلَةِ، وسياراتُ الإِسْعَافِ، والصَّهَارِيجُ المخصصةُ لِنَقْلِ اللَّبَنِ أَوِ الوَقُودِ. وَفَكِّرْ في المَرَاكِبِ الهَوَائِيَّةِ التي تَتَقَدَّمُ عَلَى وِسَادَةٍ مِنَ الهَوَاءِ، وفي الباصاتِ، والقطاراتِ الكهربائِيَّةِ، والباصاتِ الكهربائِيَّةِ، والمِتْرُو والأَرْصِفَةِ المُتَحَرِّكَةِ أَوِ السَّلاَلِمِ الآلِيَّةِ! وَاخْتَرْ بِنَفْسِكَ أَغْرَبَ هذِهِ الوسائِلِ!

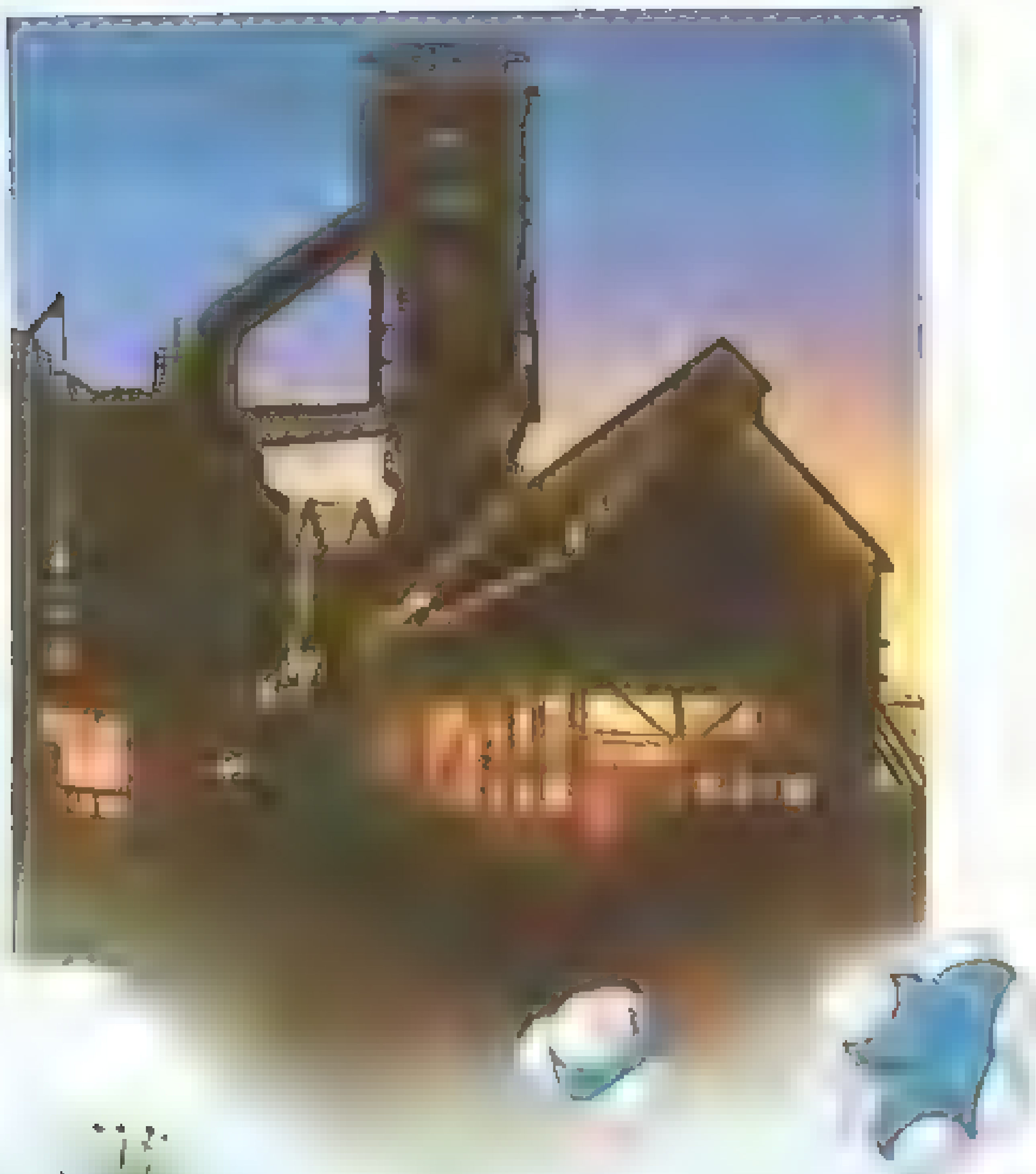


قِطارٌ مُسْتَقْبَلِيٌّ



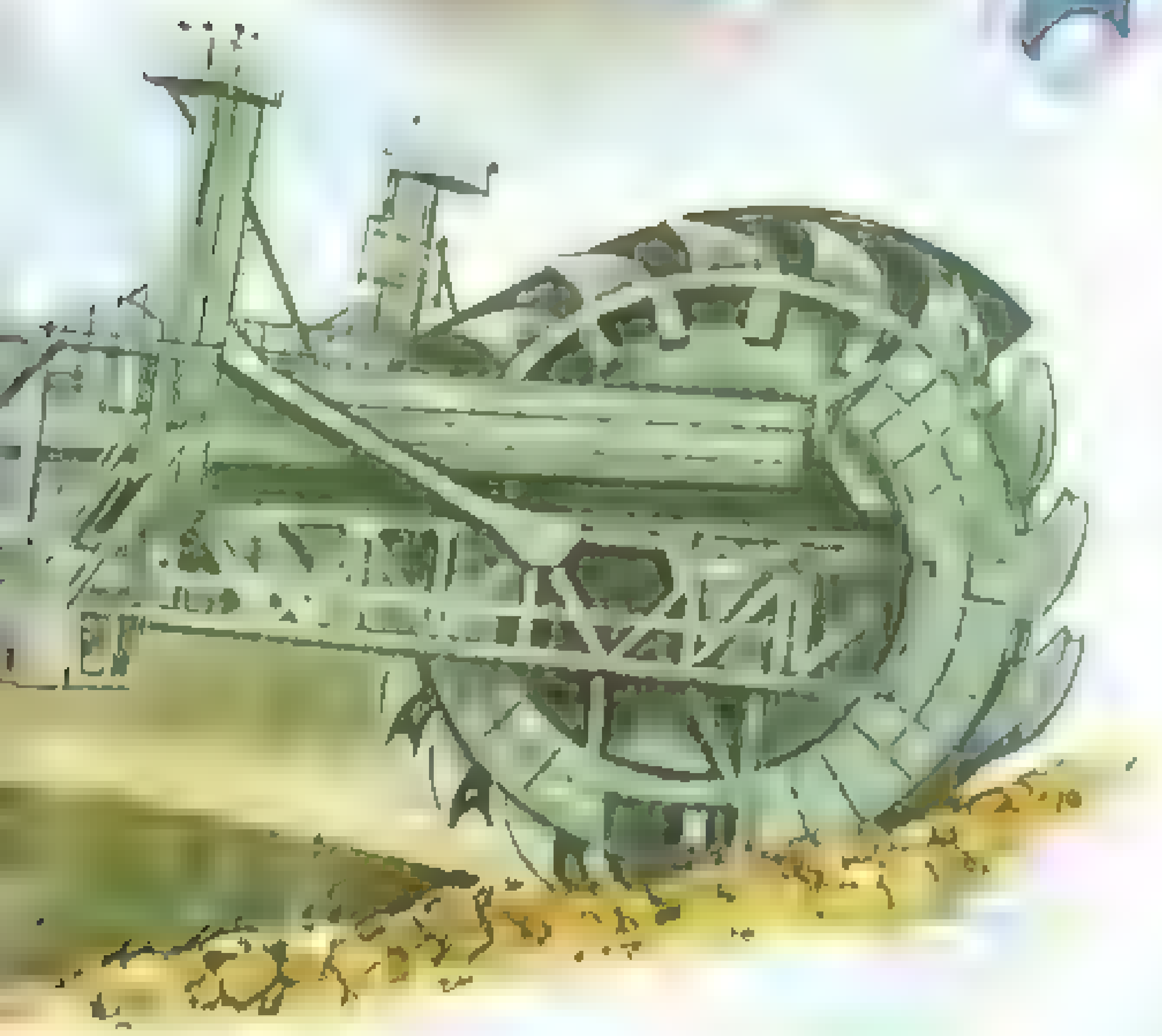
هدبو سَيَّارَةٌ تصلُ إِلى سُرْعَةِ أَلْفِ كيلومترٍ في الساعة

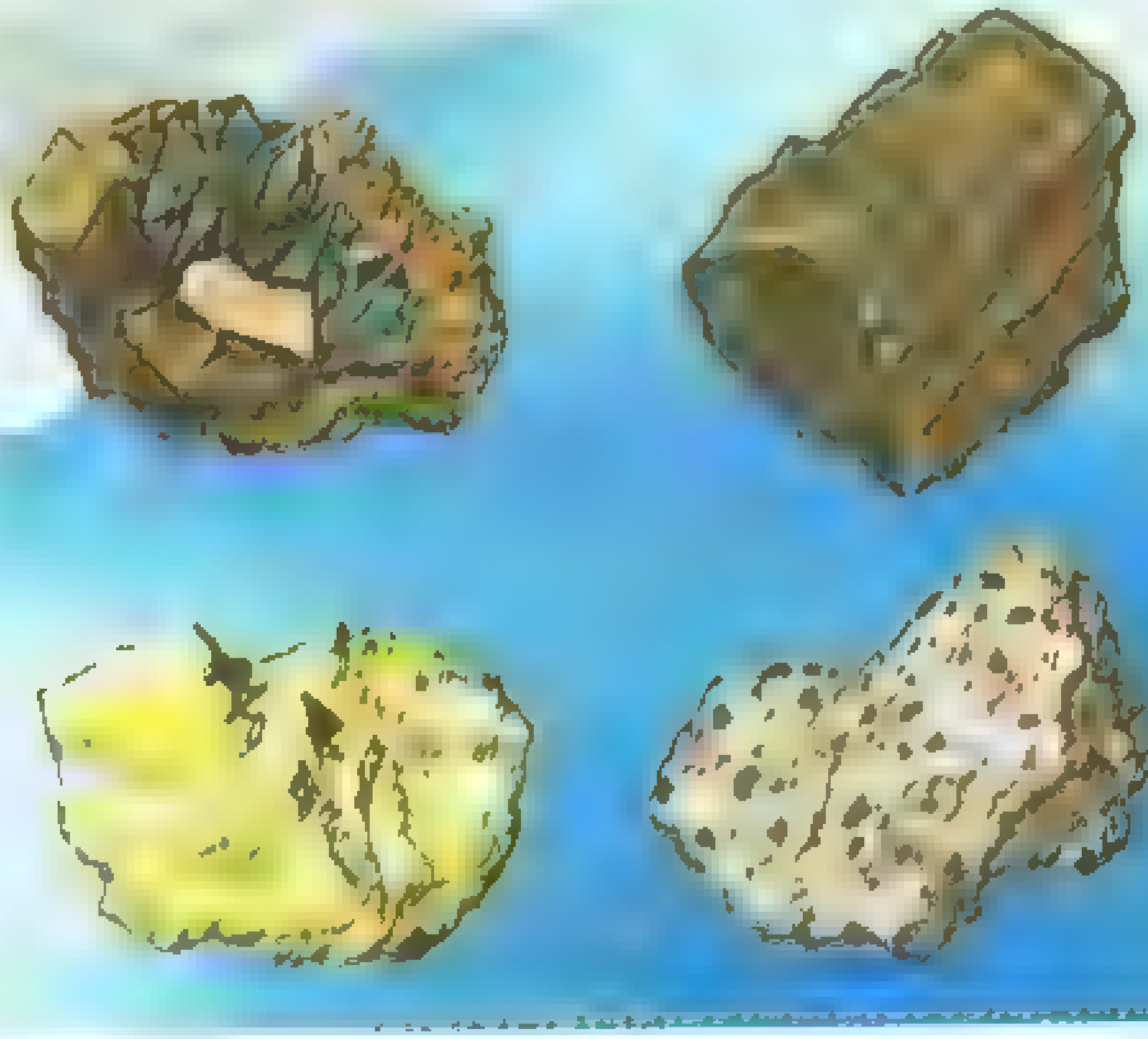
الثَّرَوَاتُ الْجَوْفِيَّةُ

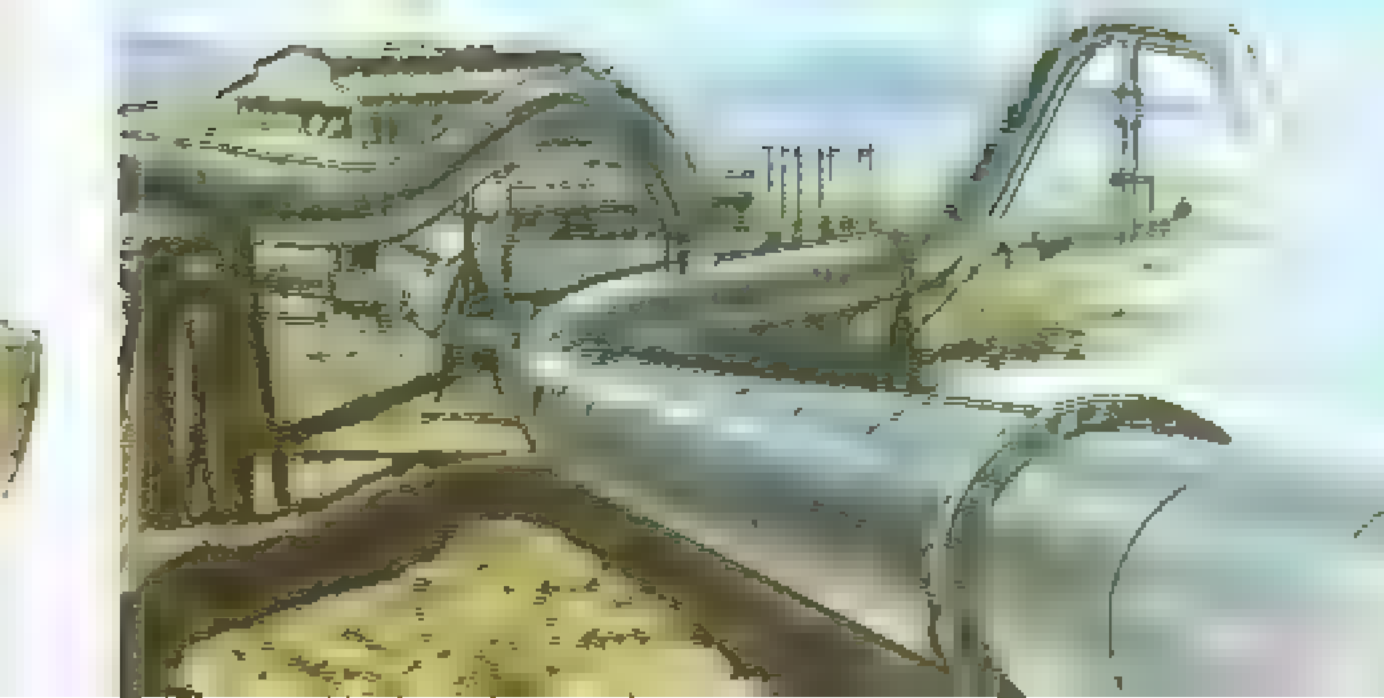


نَعِيشُ عَلَى الأَرْضِ حَيْثُ خَمْسَةُ مِلْيَارَاتِ رَجُلٍ وَامْرَأَةٍ وَوَلَدٍ، وَيَزِيدُ عَدَدُهُمْ بِاسْتِمْرَارٍ. نَأْكُلُ أَصْنَافًا وَأَصْنَافًا مِنَ اللُّحُومِ وَالخُضَرِ وَالزُّرُوعِ لِكَيْ نَتَغَذَّى. كَمَا يَجِبُ أَنْ نَلْبَسَ، أَنْ نَبْنِيَ البُيُوتَ، أَنْ نُنْتِجَ كُلَّ الأَشْيَاءِ الَّتِي نَسْتَخْدِمُهَا يَوْمِيًّا. فَقَدْ يَجِبُ، فِي عَصْرِنَا، أَنْ نَصْنَعَ كَمِّيَّاتٍ ضَخْمَةً مِنَ المُنْتَجَاتِ، فِي مَصَانِعَ كُبْرَى أَوْ مَشَاغِلَ مُخْتَصَّةٍ، فِي أَسْرَعِ وَقْتٍ مُمْكِنٍ وَبِأَقَلِّ كُلْفَةٍ مُمْكِنَةٍ.

نَجِدُ فِي الطَّبِيعَةِ ثَرَوَاتٍ هَائِلَةً. فَالحَيَوَانَاتُ الَّتِي نُرَبِّيهَا قُطْعَانًا، وَالنَّبَاتَاتُ الَّتِي تَنْمُو فِي الحُقُولِ، تُوَفِّرُ لَنَا جُزْءًا كَبِيرًا مِنْ غِذَائِنَا. نَشْرَبُ مَاءَ الأَنْهَارِ. كَمَا أَنَّ قُوَّةَ التَّيَّارَاتِ المَائِيَّةِ تُدِيرُ الطَّوَاحِينَ وَتُنْتِجُ الكَهْرَبَاءَ. نَسْتَدْفِئُ بِحَطَبِ الغَابَاتِ، لَكِنْ نَبْنِي بِهِ كَذَلِكَ بُيُوتَنَا، أَوْ نَصْنَعُ عَجِينَ الوَرَقِ لِطِبَاعَةِ الكُتُبِ أَوِ الجَرَائِدِ.

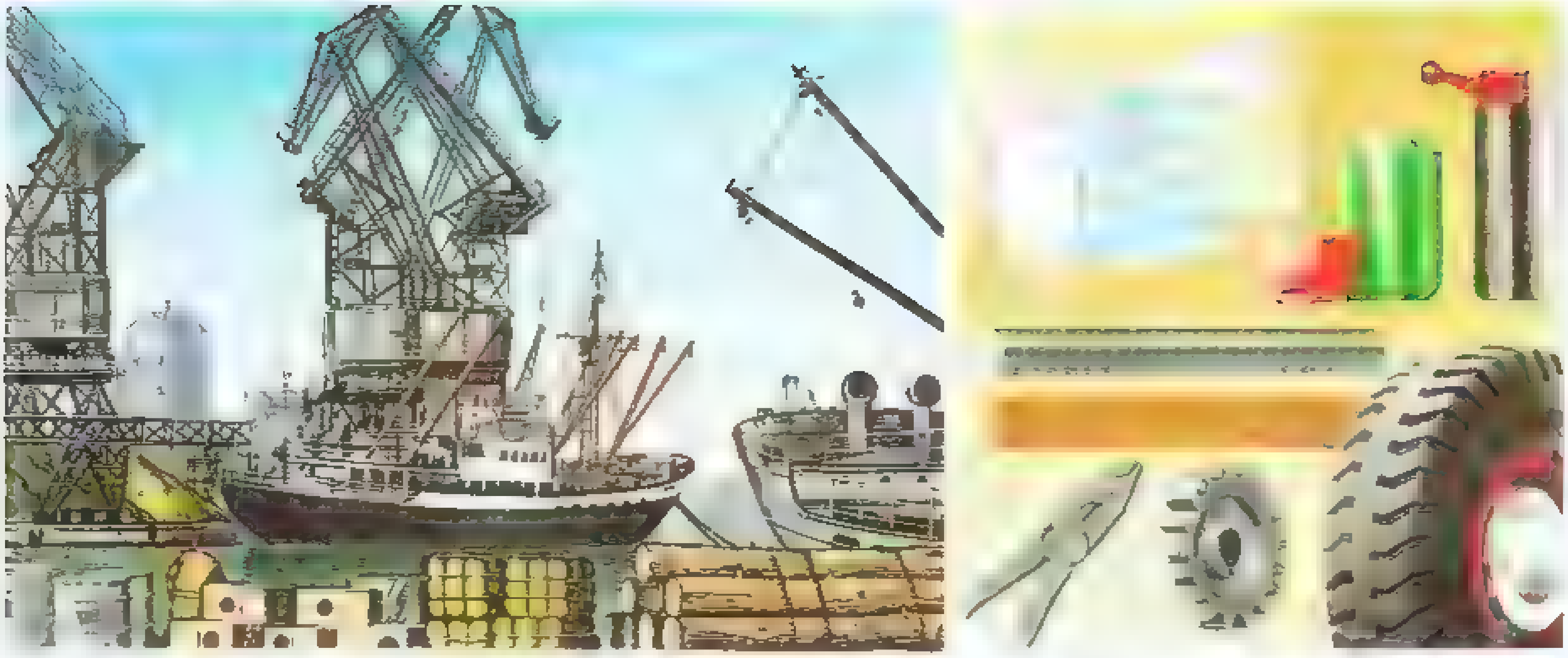






تَحْتَ سَطْحِ الأَرْضِ، تُوجَدُ كُنُوزٌ أُخْرَى كَثِيرَةٌ. فَبَطْنُ الأَرْضِ مُتْخَمٌ بِالْمَوَادِّ الأَوَّلِيَّةِ، كَالْفَحْمِ وَالنِّفْطِ، وَهُمَا مِنْ مَوَارِدِ الطَّاقَةِ، الَّتِي تُشَغِّلُ الْمَصَانِعَ أَوْ تُسَيِّرُ السَّيَّارَاتِ.

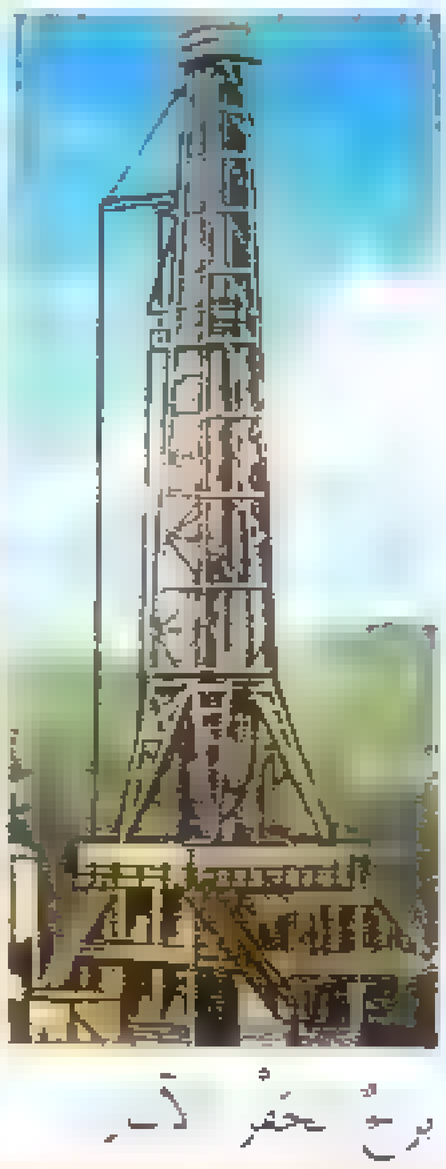
تَصَوَّرْ نَفْسَكَ الآنَ مَارًّا تَحْتَ الأَرْضِ لِتَرَى هٰذِهِ الْعَجَائِبَ.



موادُّ أوّليّةٌ مُستخرجةٌ من العالمِ كلِّه، تُشغِّلُ صناعاتٍ... شتّى متعدّدةً

أَكُلُّ الْمَنَاجِمِ تَتَشَابَهُ؟

أَحْيانًا، تكونُ المادَّةُ الأُولى التي نريدُ اسْتِغْلالَهَا متوافِرةً على سَطْحِ الأرضِ مُباشَرَةً. فَتَقومُ المجارِفُ الآلِيَّةُ الضَّخْمَةُ بِحَفْرِ الأَرْضِ، عَلَى مِساحَةٍ متزايِدَةِ الاتِّساعِ، غالبًا ما تَصِلُ إلى مقدارِ قَرْيَةٍ. وتتكوَّنُ ببطءٍ حفرةٌ قمعيَّةُ الشَّكْلِ، كبيرَةٌ جِدًّا، ذاتُ أدراجٍ يبلغُ عَرْضُهَا عدَّةَ امتارٍ: هذا ما يُسَمَّى بالمنجمِ المكشوفِ، أيِ المَنْجَمِ المقامِ في الهواءِ الطَّلْقِ. وَلكِنْ مَتَى كانَتِ المادَّةُ الأُولى دفينَةً، فَيَجِبُ أَنْ تُحفَرَ مناجِمُ عميقَةٌ لِلْوُصُولِ إِلَيْهَا. شيئًا فشيئًا، تَمْتَدُّ تَحْتَ الأَرْضِ شبكَةٌ مِنَ الدَّهاليزِ والمَمَرَّاتِ التي تتلاقَى وَتَتَقَاطَعُ.



برجُ حفرٍ لآبارٍ

عملُ المنجمِ لا يتوقّفُ أبدًا

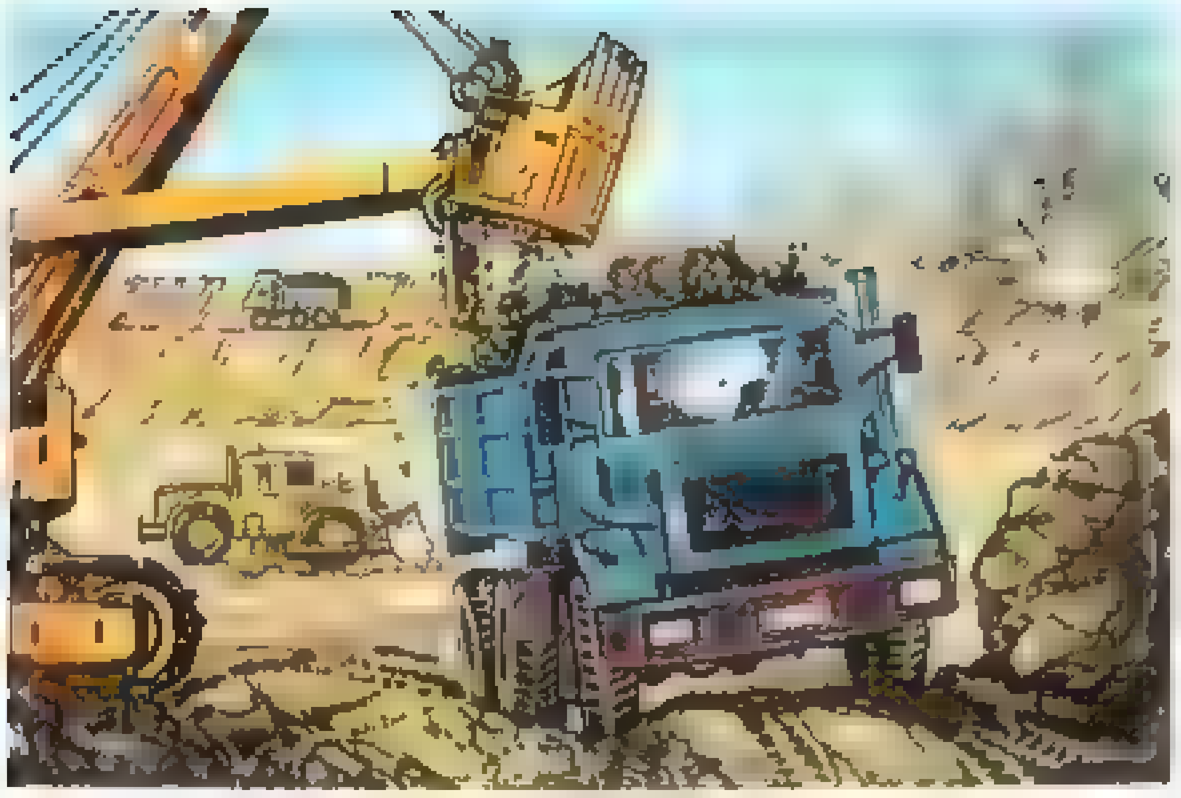
منجمٌ في الهواءِ الطلقِ

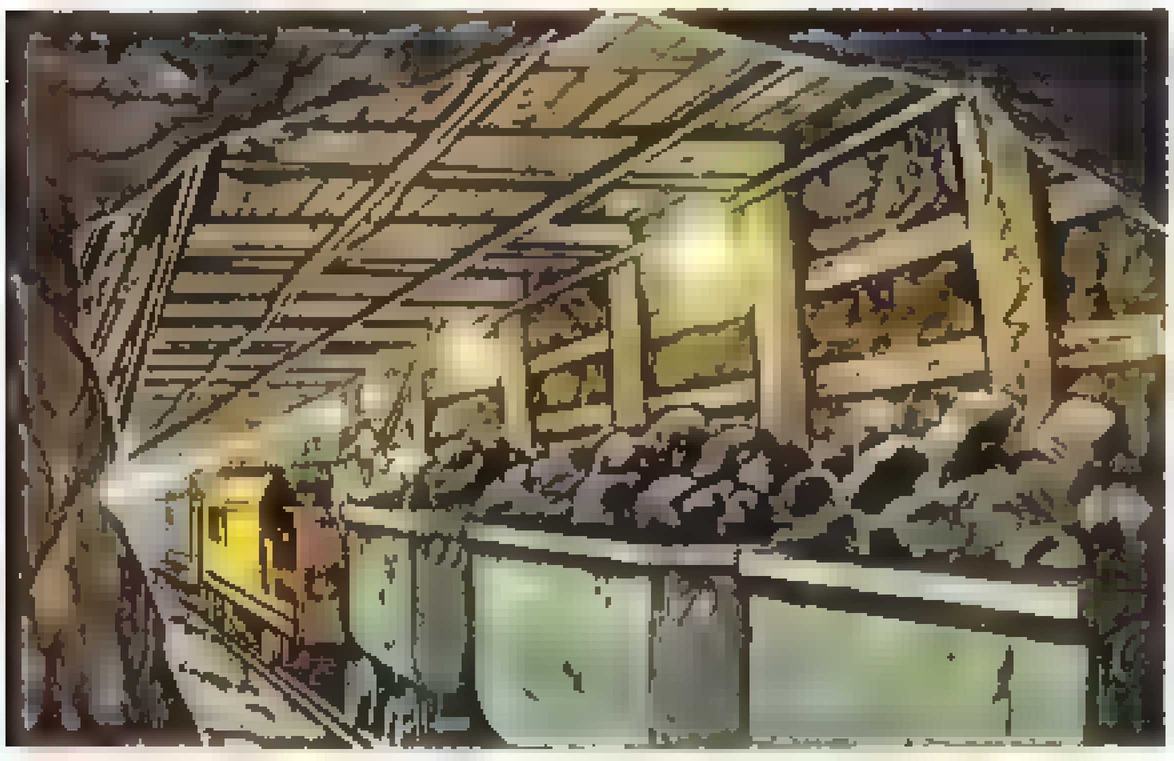
لِمَاذَا يُحْكَى عَنْ «مَوَادَّ أَوَّلِيَّةٍ»؟

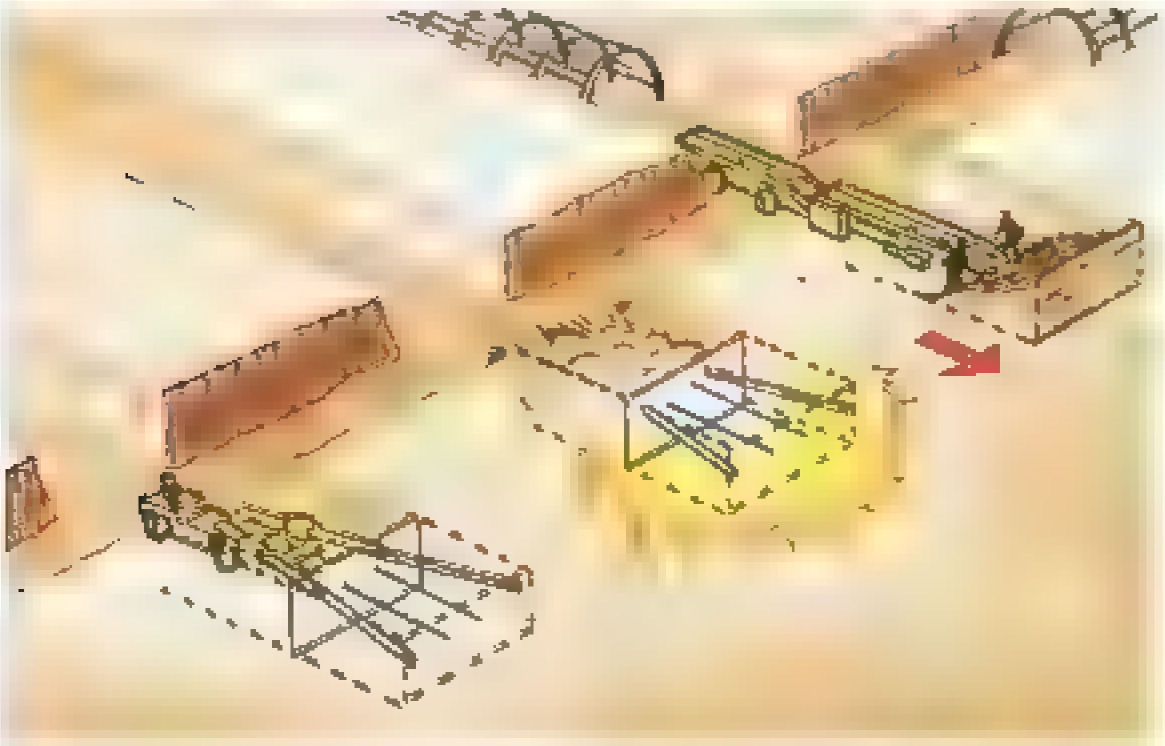
لا تنبتُ المساميرُ أَوِ الكُتُبُ أَوِ الثيابُ كَمَا تنبتُ البقولُ! بَلْ يَجِبُ أَنْ تُصْنَعَ عَبْرَ خلطِ بَعْضِ المُنْتَجاتِ الطبيعيَّةِ وتشكيلِها. هذِهِ المُنْتَجاتُ هِيَ المَوَادُّ الأَوَّلِيَّةُ، التي توجَدُ في الطبيعَةِ، قَبْلَ أَنْ يَتِمَّ تَحْويلُها. بَعْضُها يَأْتي مِنَ الحَيَوانَاتِ (كالصوفِ أَوِ الجِلْدِ)، وبعضُهَا الآخَرُ مِنَ النباتاتِ (كَالْخَشَبِ أَوِ القُطْنِ). وبعضُهَا الآخَرُ أَيْضًا يُسْتَخْرَجُ مِنْ صُخُورِ القشرةِ الأَرْضِيَّةِ (كالحِجَارَةِ، أَوِ الحديدِ أَوِ النِّفْطِ).

مَاذَا نَجِدُ إِذَا حَفَرْنَا الأَرْضَ؟

هناكَ صُخُورٌ كثيرَةٌ جدًّا تَحْتَ أَقْدامِنا. لكِنَّهَا لَيْسَتْ جميعًا صَلْبَةً كَالْحَجَرِ. فَهُنَاكَ صُخُورٌ مَرِنَةٌ كالصلصالِ الذي تُصْنَعُ مِنْهُ الأَواني الخَزَفيَّةُ؛ وأُخْرَى ذَرُورِيَّةٌ كَالرَّمْلِ؛ وَأُخْرَى زيتيَّةٌ وَشِبْهُ مائِعَةٍ كَالنِّفْطِ. كُلُّ هذِهِ الصُّخُورِ تَتَحَرَّكُ وَتَتَحَوَّلُ بِبُطْءٍ شديدٍ، طَوَالَ مَلاَيينِ السِّنِينَ. وَتُشَكِّلُ احْتِيَاطِيًّا ضَخْمًا مِنَ المَوَادِّ الأَوَّلِيَّةِ التي يستطيعُ الناسُ أَنْ يَسْتَغِلُّوهَا. وَهكَذَا فَإِنَّهُمْ يَسْتَخْرِجُونَ الصُّخُورَ الجَوْفِيَّةَ، ويضخُّونَ النِّفْطَ، وَيَسْتَفِيدُونَ مِنْ حَرَارَةِ البراكينِ.



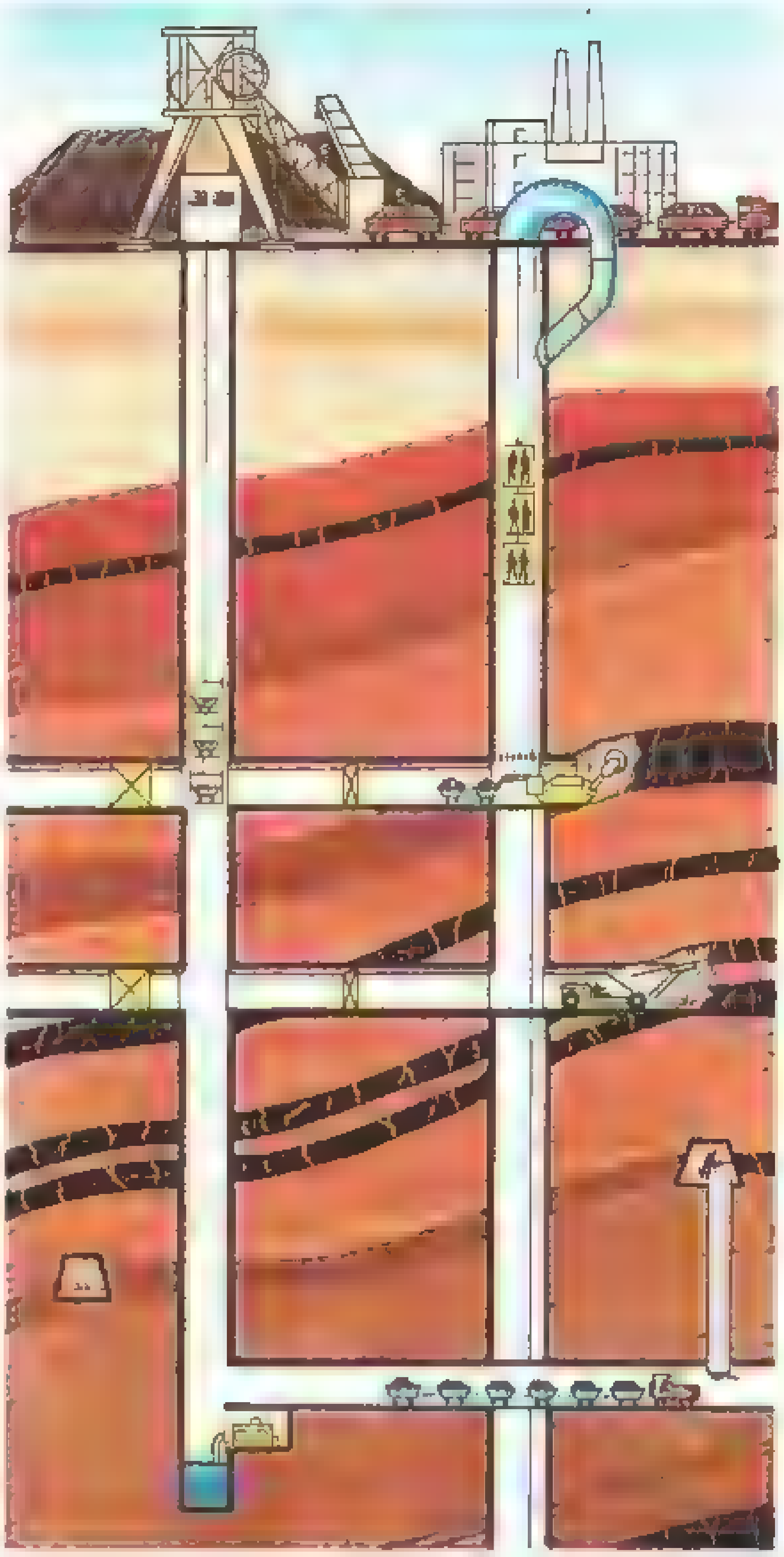




شَبَكَةٌ مِنَ المَناجِمِ تَمْتَدُّ تَحْتَ الأَرْضِ.

كَيْفَ نَنْزِلُ إِلَى قَاعِ الْمَنْجَمِ؟

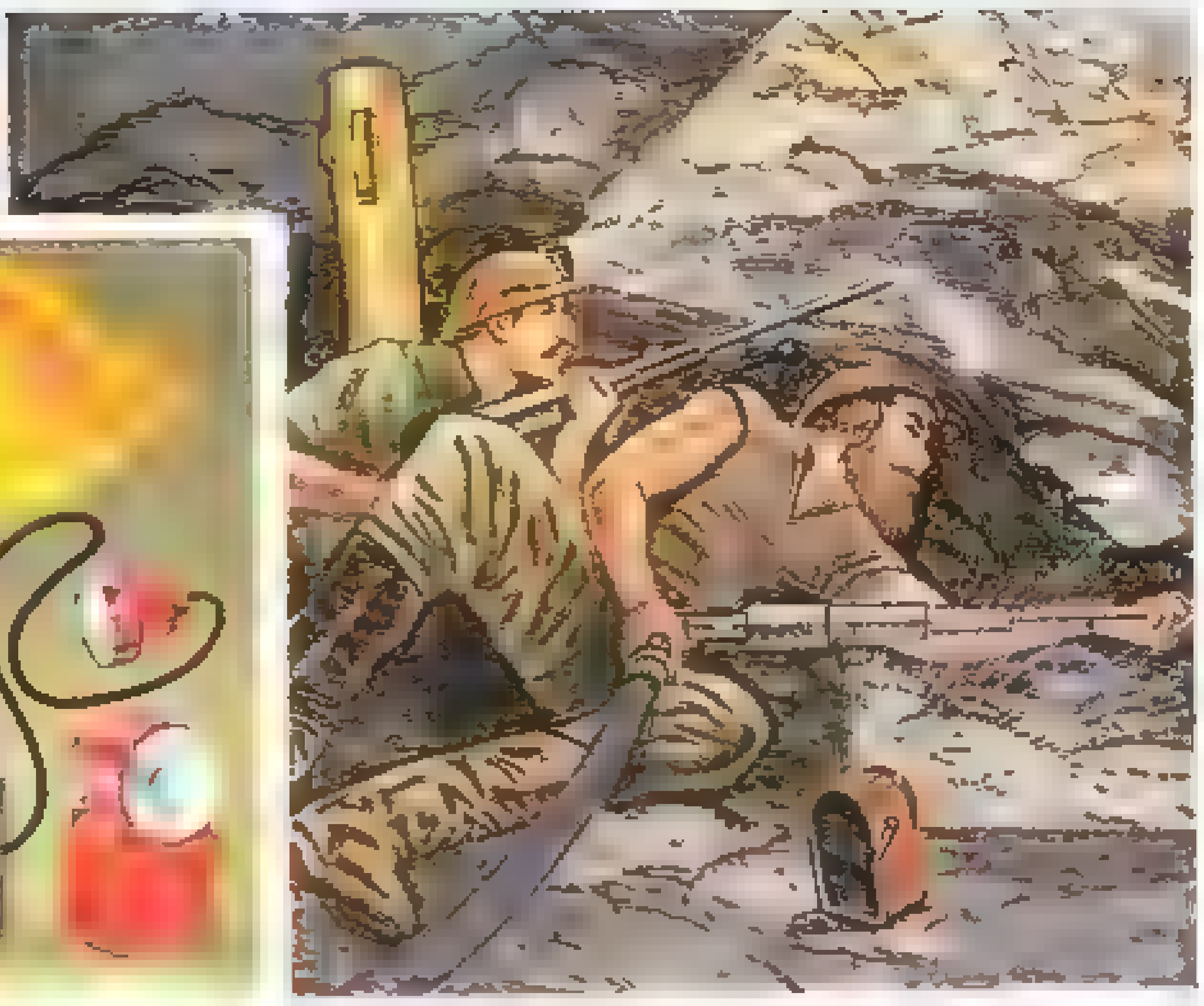
إِذا كانَ المنجمُ على بُعْدِ مِئاتِ الأمتارِ تحتَ الأرضِ، فيجبُ أنْ تُحْفَرَ آبارٌ لِلوُصولِ إليهِ. وهذهِ الآبارُ شبيهةٌ تقريبًا بتلكَ التي تَراها حتى الآنَ في الرِّيفِ، أوِ الواحاتِ، مَعَ دَلْوِ المُعلَّقِ فوقَها بحبلٍ طويلٍ. لكنَّ آبارَ المنجمِ أوْسَعُ وأعْمَقُ بكثيرٍ. ففي افريقيا الجنوبيّةِ مثلًا، يصلُ عُمْقُ المَناجِمِ إلى عُمْقِ ثلاثةِ كيلومتراتٍ تَحْتَ الأرْضِ، لِيُحْضِرُوا الذَّهَبَ. وَهُناكَ مَصاعِدُ تقودُ العُمّالَ إلى القاعِ وَتَرْفَعُ الصُّخُورَ المُسْتَخْرَجَةَ مِنَ الدَّهاليزِ. كما أَنَّ هذهِ الآبارَ تُتيحُ دُخُولَ الهَواءِ إلى المنجمِ.

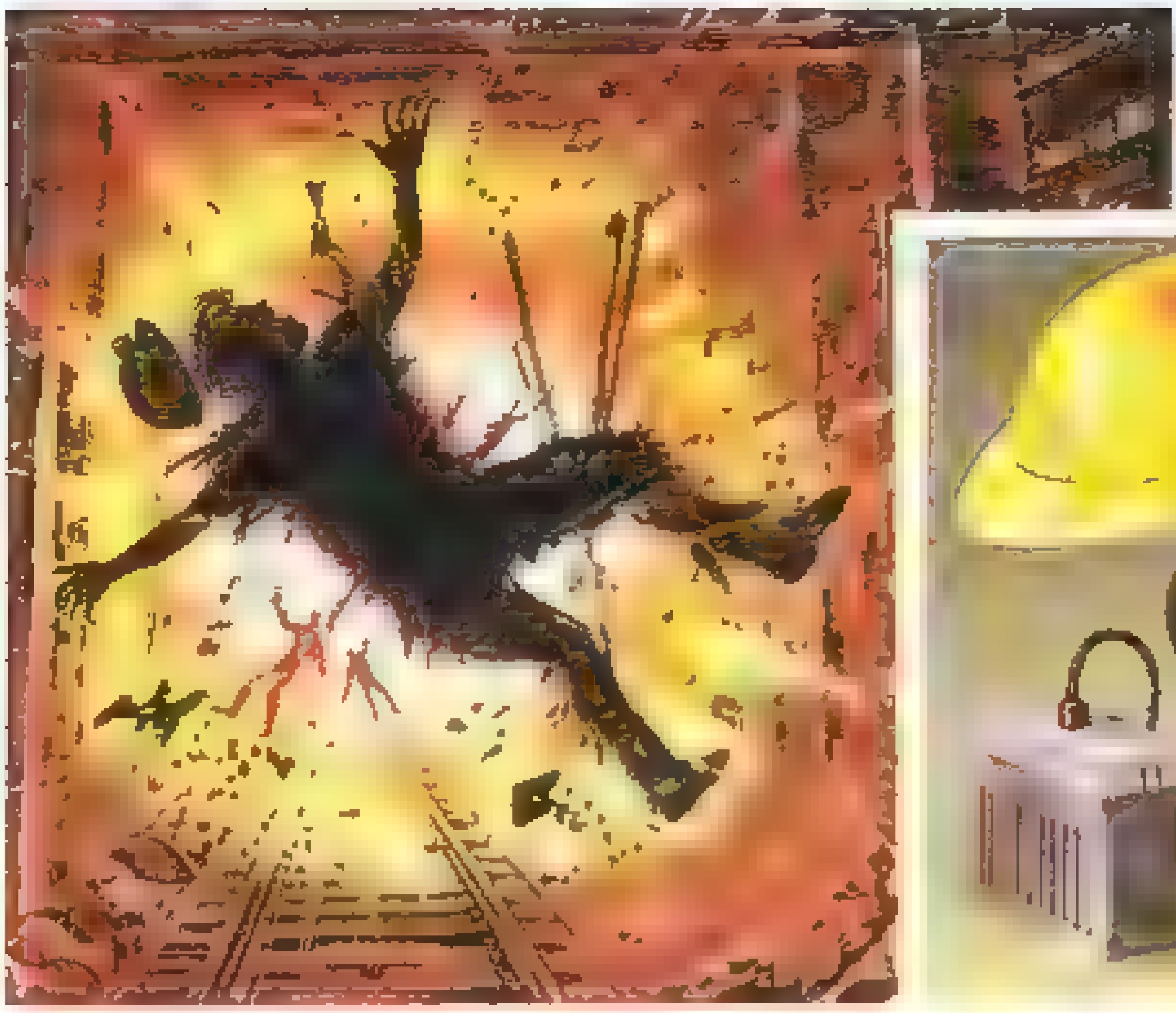


[illegible]

هَلْ العملُ تحْتَ الأَرْضِ صَعْبٌ؟

تُحفَرُ دهاليزُ المنجمِ كالأنفاقِ، بالمطرقةِ الثقّابةِ أوْ بالمثقّبةِ، وهي أشبهُ بمنشارٍ كبيرٍ، ذي أسنانٍ كبيرةٍ. يُدعَمُ سقفُها بركائزَ من الخشبِ أو الفولاذِ. وتُنقَلُ الصُّخُورُ المُستخرَجةُ نحوَ المصاعدِ بقطاراتٍ ذاتِ عرباتٍ صغيرةٍ أو بواسطةِ قلّابٍ. والعملُ في المنجمِ قاسٍ، حتى في أيّامنا هذهِ. فالنورُ ضئيلٌ، والانفجاراتُ مُمْكِنةٌ في كُلِّ لَحْظَةٍ. وَبِقَدْرِ ما يزدادُ الحفرُ عُمْقًا، يَزْدادُ الجَوُّ حَرًّا، وغالبًا ما يَصْعُبُ عَلَى عُمّالِ المناجمِ أَنْ يتنفّسوا وَسْطَ الغُبارِ، وَبَعيدًا عَنِ الهَواءِ الطَّلْقِ.

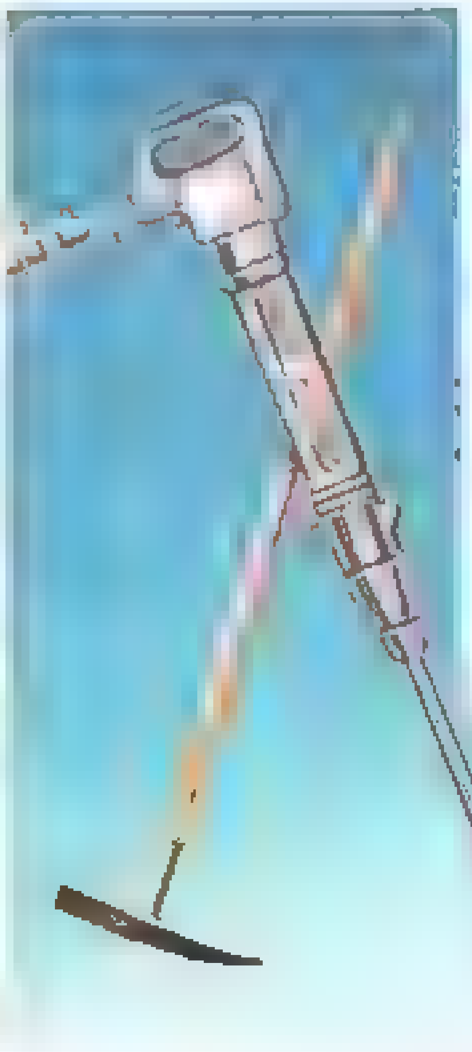


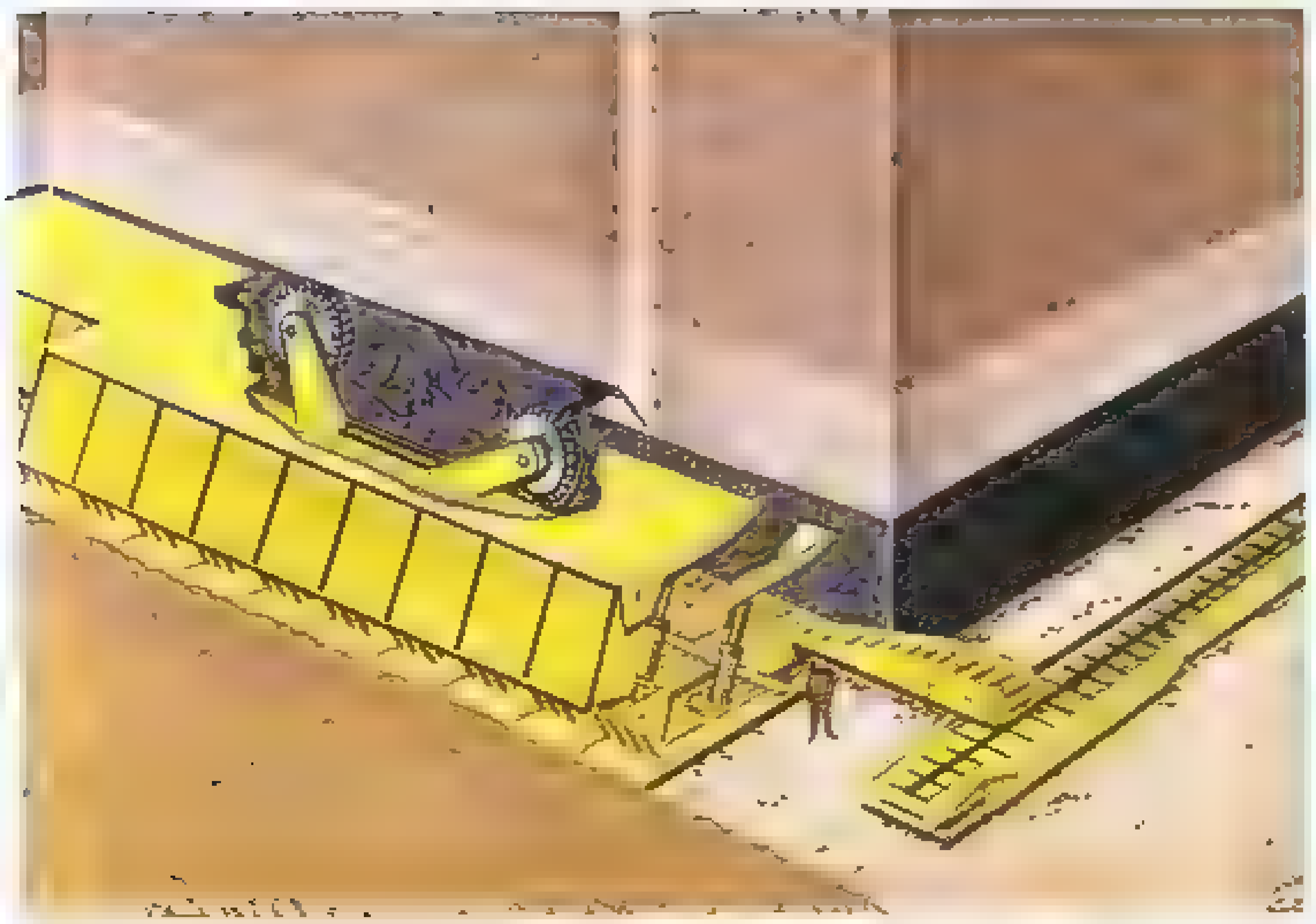


الأشغالُ الشاقّةُ لعُمّالِ المناجمِ — مصباحُ منجمٍ — انفجارٌ غازيٌّ

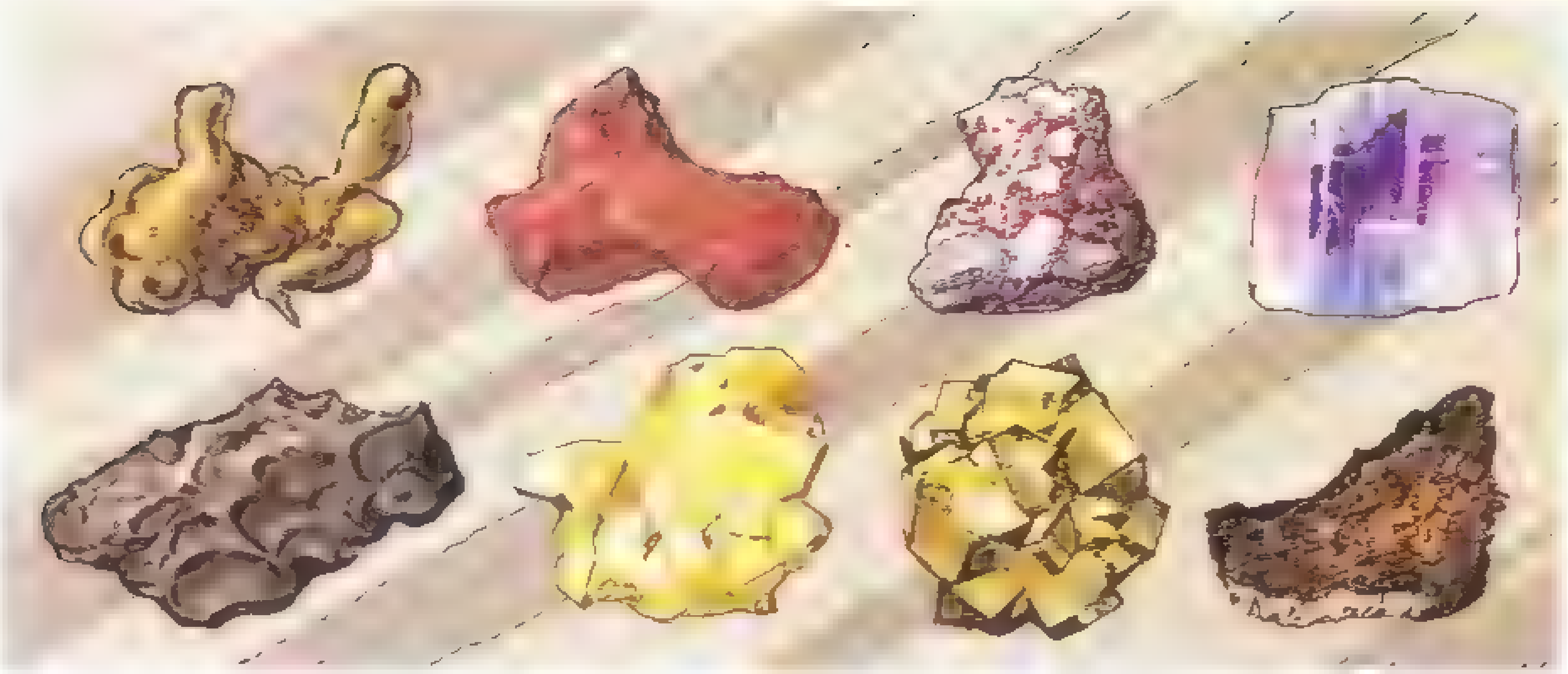
أَيَسُودُ الظَّلامُ حقًّا تحتَ الأَرْضِ؟

لا يَدْخُلُ نورُ النهارِ إلى باطِنِ الأَرْضِ. لِذلِكَ يَجِبُ الاستضاءَةُ بالمصابيحِ. وهذهِ الأخيرَةُ كانَتْ تُضاءُ بالغازِ. فتُعْطي نورًا قويًّا. لكِنَّها تُشَكِّلُ خطرًا كبيرًا. فداخِلَ الصُّخُورِ، غالِبًا ما تكونُ هُناكَ جُيُوبٌ غازِيَّةٌ قَدْ تَنْفَجِرُ لَدَى تَعَرُّضِها لأَدْنَى لَهَبٍ. أمَّا اليَوْمَ، فَيُمْكِنُ بلا خَطَرٍ تقريبًا، أَنْ نحصلَ عَلَى ضَوْءٍ أَقْوَى، بِفَضْلِ الكَهْرَباءِ. لكِنَّ عُمَّالَ المَناجِمِ يَتَجَنَّبُونَ دائِمًا إِحْداثَ أَيِّ شَرارَةٍ.





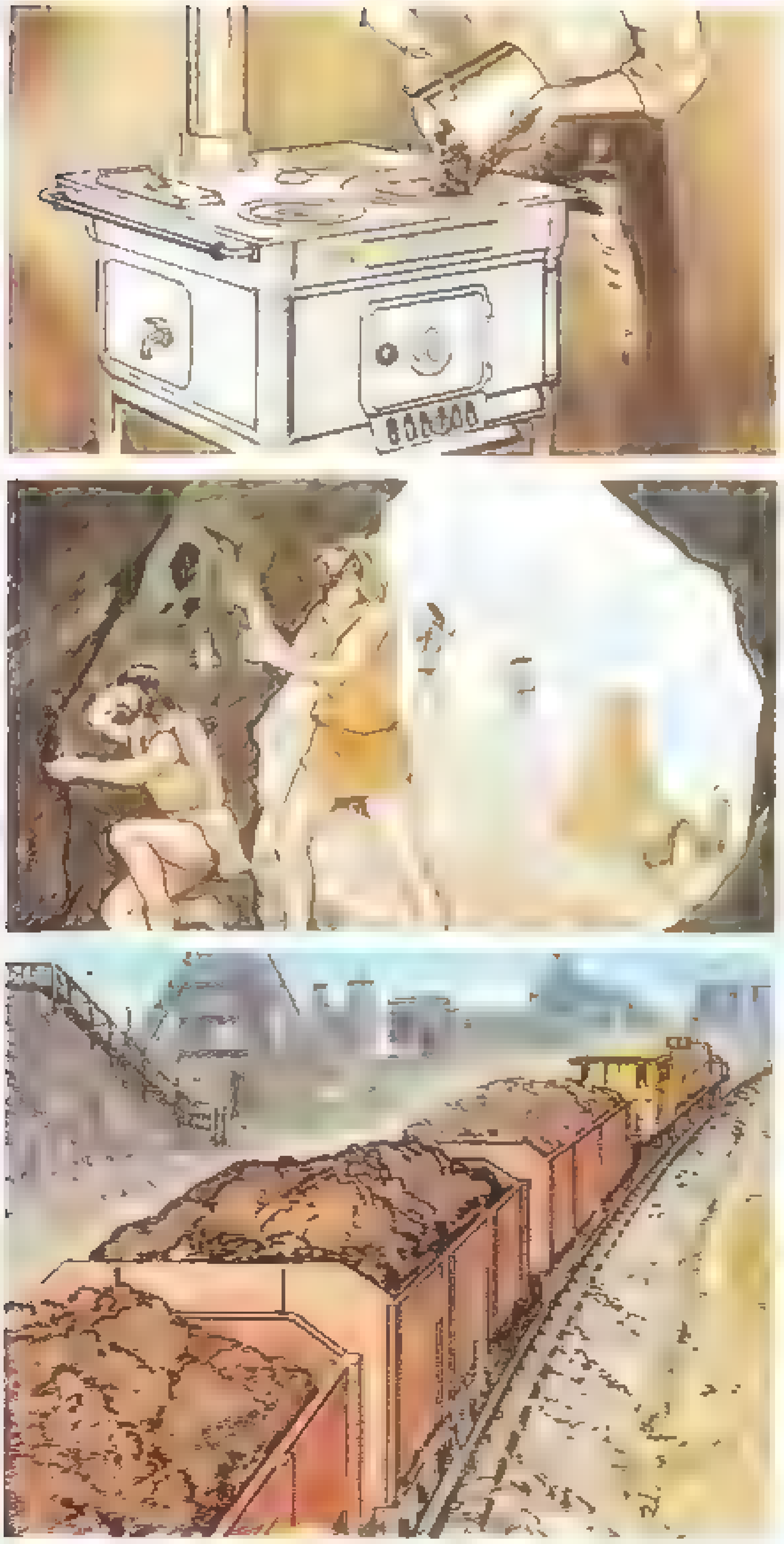
مِنشارٌ ومِعولٌ ومِطرقةٌ نقّارةٌ — آلةٌ وبِساطٌ متحرِّكٌ



أسماءُ كلِّ الموادِّ المنجميّةِ في العالمِ تملأُ القواميسَ الكبيرة

هَلْ كَانَتِ الْمَوَادُّ الْمَنْجَمِيَّةُ دَائِمًا مَوْجُودَةً؟

يَتحرَّكُ كوكبُنا ويَتحوَّلُ بلا توقُّفٍ، منذُ نشأتِهِ. وفي بعضِ المَواضعِ، أدَّتْ هذه الحركاتُ إلى صعُودِ صخُورٍ دفينةٍ. وَصَلتْ منْ أعماقِها السَّحيقةِ إلى السَّطحِ، مَعَ ما تَحْتَويهِ مِنْ حديدٍ أوْ نُحَاسٍ أوْ أَلْمَاسٍ. وفي أمْكِنَةٍ أُخْرَى، تَرَسَّبَتْ فَضَلاتُ النَّبَاتَاتِ أوِ الحَيَوانَاتِ في قاعِ البِحَارِ أوْ وَحْلِ البُحَيْرَاتِ. وَشَيْئًا فَشَيْئًا، تَحَلَّلَتْ، فصارتْ نِفْطًا أوْ غازًا أوْ فحمًا. لكِنَّ كُلَّ هذِهِ التَّحوُّلاتِ تَتِمُّ ببطءٍ شَديدٍ، خِلالَ عَشَرَاتِ الملايينِ مِنَ السِّنِينَ.



بعضُ موادَّ منجميّةٍ تُستغلُّ منذُ أزمنةٍ بعيدةٍ جدًّا

مَا الْمَوَادُّ الْمَنْجَمِيَّةُ؟

المادَّةُ المنجميَّةُ هِيَ صَخْرَةٌ تَحْتَوِي عَلَى بعضِ المنتجاتِ التي يُمْكِنُنَا أَنْ نَسْتَخْدِمَهَا. وَهكَذَا فالفَحْمُ الحَجَرِيُّ مادَّةٌ منجميَّةٌ. ومنذُ عهد اليونانيين والرومانِ القُدَامَى، كانَتْ تُسْتَغَلُّ مَنَاجِمُ المِلْحِ والكِبْرِيتِ. وتوجَدُ أَيْضًا مَنَاجِمُ للرَّصاصِ، أَوِ الحديدِ، أَوِ الفضَّةِ، أَوِ الذَّهَبِ، ومناجمُ للألمنيوم، و[illegible]، و الأورانيوم الذي يُسْتَعْمَلُ في الصِّنَاعاتِ النَّوَوِيَّةِ، ولكثيرٍ مِنَ المَوَادِّ المنجميَّةِ الأُخْرَى الَّتي تُصْنَعُ مِنْهَا أَشْيَاءُ كثيرةٌ نَسْتَعْمِلُهَا كُلَّ يَوْمٍ.

لِمَاذَا تُذَابُ بَعْضُ الْمَوَادِّ الْمَنْجَمِيَّةِ؟

تكَادُ المَوَادُّ المَنْجِمِيَّةُ أَلَّا تحتَوِيَ أَبَدًا عَلَى مُنْتَجَاتٍ نَقِيَّةٍ بِكُلِّ مَعْنَى الكَلِمَةِ. لِكَيْ نَجِدَ أَلْمَاسَةً مَثَلًا، يَجِبُ أَنْ نَسْتَخْرِجَ مِنَ المَنْجَمِ مِئَاتِ الكيلوغراماتِ مِنَ التـرابِ. وَيَجِبُ بَعْدَئِذٍ أَنْ نُنَقِّيَ كُلَّ ما يحتوي عَلَيْهِ. وَتَسْخِينُ بعضِ الموادِّ المنجميَّةِ بِقُوَّةٍ يُتِيحُ لَنَا أَنْ نعزِلَ المنتجاتِ المُخْتَلِفَةَ الَّتِي تَحْتَوِي عَلَيْهَا، لأَنَّ هذِهِ المُنْتَجَاتِ لا تذوبُ عَلَى دَرَجَةِ الحَرَارَةِ ذاتِهَا. وَهكَذَا يَجِبُ أَنْ تُرْفَعَ الحَرَارَةُ إلى أَلْفِ دَرَجَةٍ للحُصُولِ عَلَى الذَّهَبِ، وَإِلَى أَلْفٍ وَخَمْسِ مِئَةِ دَرَجَةٍ لِلْحُصُولِ عَلَى الحَديدِ. هذَا ما يَحْدُثُ تقريبًا حِينَ نَسْحَقُ الطَّعَامَ: يـــذوبُ الـــشَّحْمُ أَوَّلًا، فَيَسْهُلُ عِنْدَئِذٍ اسْتِخْرَاجُهُ.

نَسْتَخْرِجُ معدنًا مِنْ موادَّ منجميَّة

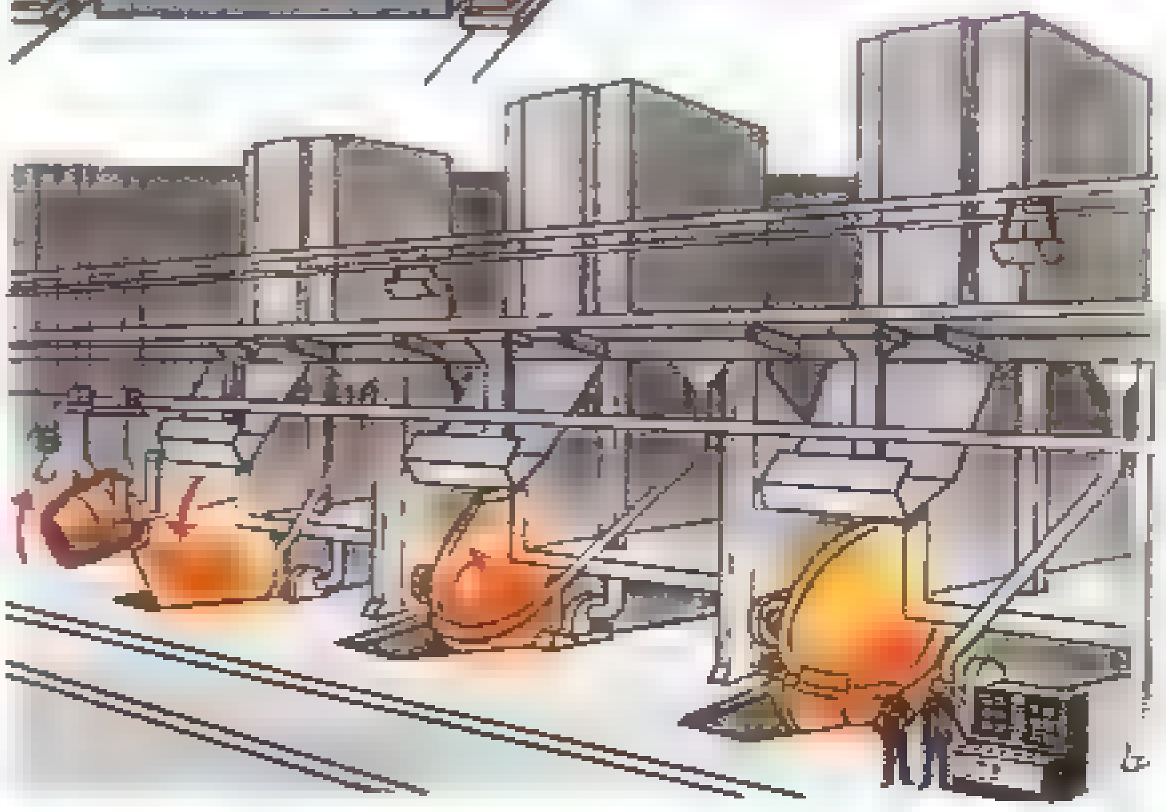
لا يزالُ البرونزُ مُسْتَعْمَلاً في صناعةِ الأجراس

برونز حديث

قديمة جدًّا

مَا الْفُرْنُ الْعَالِي؟

تَرَى الفولاذَ يَوْمِيًّا دونَ أنْ تَعْرِفَ. تـراهُ في هياكِلِ السَّيَّاراتِ أَوِ البيوتِ أَوِ البَرَّاداتِ. إنَّهُ مصنوعٌ في الأَفْرانِ العـاليَةِ. وَهِيَ أفْرانٌ يُمْكِنُ أنْ يَبْلُغَ ارتفاعُهَا مِئَةَ مِتْرٍ. تُكَدَّسُ فِيهَا طَبَقَاتٌ مِنَ الفَحْمِ الحَجَرِيِّ والمَوَادُّ المنجميَّةِ المُحْتَوِيَةِ عَلَى الحَديدِ. تُرْفَعُ حَرَارَتُهَا إلى دَرَجَةٍ عاليَةٍ جِدًّا، فتذوبُ وَتَخْتَلِطُ لِتُعْطِيَ صُهَـارَةَ الحَدِيدِ. وَهذهِ الأخيرَةُ تُخَلَّصُ مِنْ شَوَائِبِهَـا، فَتَصِيرُ فولاذًا. وبعدئِذٍ يُصَبُّ الفـولاذُ بِشَكْلِ قُضْبَانٍ وَسَبَائِكَ.



أفرانٌ عالية تُنتجُ صُهارةَ حديدٍ وفولاذ

هَلْ يُمْكِنُ أَنْ تُخْلَطَ مَادَّتَانِ مَنجَمِيَّتَانِ؟

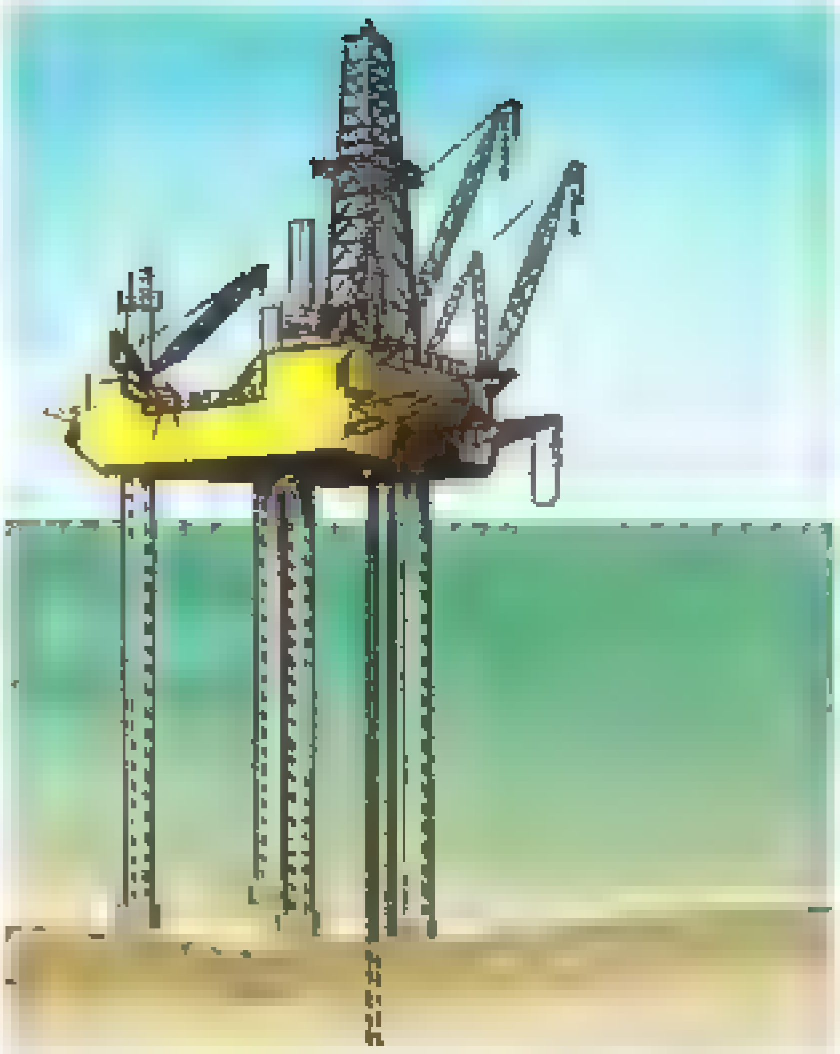
منذُ آلافِ السِّنِينَ، عَرَفَ إنسانُ مَا قَبْلَ التاريخِ بَعْضَ المَعَادِنِ التي كانَ يَلُمُّهَا عَنِ الأَرْضِ. ثُمَّ تَعَلَّمَ أَنْ يَخْلِطَهَا. وَهكَذَا فَإِنَّ البرونز الذي تُصْنَعُ مِنْهُ الأَجْرَاسُ الكبيرَةُ مَثلاً، لَيْسَ مَوْجودًا في الطبيعَةِ. إِنَّهُ خليطٌ يُحْصَلُ عَلَيْهِ عَبْرَ إذابَةِ النُّحاسِ والقَصْدِيرِ. وغالِبًا ما يكونُ الخليطُ أَصْلَبَ وَأَمْتَنَ مِنَ المَعَادِنِ الصافِيَةِ. فالفولاذُ مَثَلاً أَصْلَبُ مِنَ الحديدِ والفَحْمِ الحَجَرِيِّ اللَّذَيْنِ يُصْنَعُ مِنْهُمَا.

أَيْنَ تُوجَدُ مَصَانِعُ الْفُولاذِ الْكُبْرَى؟

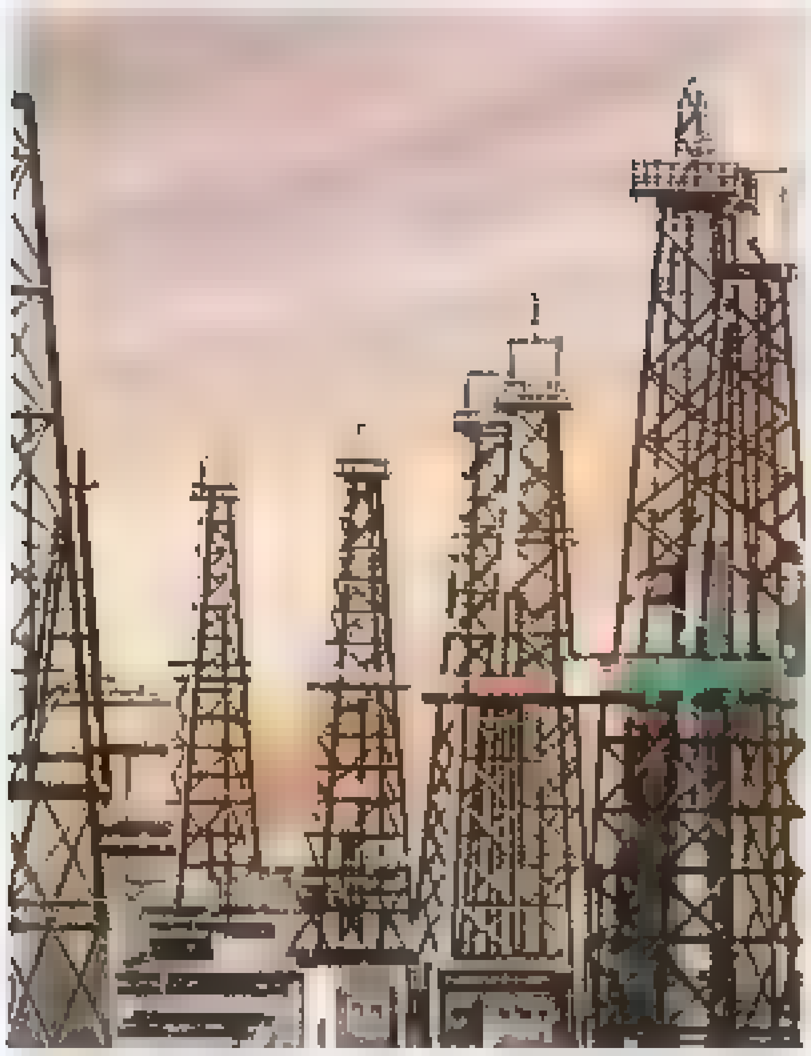
في بَعْضِ المَنَاطِقِ، يَحْتَوِي باطِنُ الأَرْضِ عَلَى احتياطِيٍّ ضَخْمٍ مِنَ الحَدِيدِ الخامِ أَوِ الفَحْمِ الحَجَرِيِّ، أَو مِنَ الاثْنَيْنِ مَعًا. لأَجْلِ تَجَنُّبِ نَقْلِ هذهِ المَوَادِّ المنجميَّةِ، تُقَامُ قُرْبَ مَنَاجِمِهَا المصانعُ التي تُنْتِجُ الفُولاذَ: مِنَ الأَفْرَانِ العالِيَةِ، إِلَى المصفِّحَاتِ التي تُحَوِّلُ السبائِكَ إِلَى صَفَائِحَ، إِلَى المُجَنِّبَاتِ التي تَصْنَعُ القضبانَ أَوِ الأنابيبَ الحديديَّةَ. كُلُّ سُكَّانِ المنطقَةِ يعيشونَ عِنْدَئِذٍ مِنْ مَصانِعِ الفُولاذِ هذهِ. كَمَا تُوجَدُ مصانعُ كثيرَةٌ مِنْ هذا النَّوْعِ في المَرَافِىءِ الكُبْرَى، حيثُ تَصِلُ المَوَادُّ المنجميَّةُ عَلَى مَتْنِ السُّفُنِ.

بعضُ مصانعِ الفولاذِ توجدُ قربَ المناجمِ

حفرُ بئرٍ



منصّةٌ عائمةٌ



عدّةٌ من الأبراجِ النفطيّة

كَيْفَ نَجِدُ النِّفْطَ؟

بعضُ الصخورِ الجوفيَّةِ تكونُ مُشْبَعَةً كَالإسْفَنْجِ بزَيْتٍ مائلٍ إلى السَّوادِ، وكَثِيفٍ إلى حَدٍّ ما، هُوَ النفطُ الخامُ. العثورُ عَلَيْهِ يتطلَّبُ دراسةَ الأرْضِ، ثُمَّ الحَفرَ في العُمقِ. يركَّزُ بُرْجٌ مَعْدِنِيٌّ مُجَهَّزٌ، لِهذَا الغَرَضِ، بِأَنابيبَ جَوْفَاءَ مُتَواصِلَةٍ، تَنْتَهِي بِمِثْقَبٍ مِنْشَارِيٍّ يَدُورُ كالدَّوَّامَةِ فيحفرُ الصَّخْرَ وَيُدْخِلُ الأنابيبَ في باطِنِ الأَرْضِ. تَصِلُ الآبارُ الكبرى بِهذِهِ الطريقةِ إلى عُمْقِ عَشَرَةِ كيلومتراتٍ تحتَ الأَرْضِ. وحينَ تَصِلُ الأنابيبُ إلى النِّفْطِ، يَصْعَدُ عَبْرَهَا وَيَنْبَجِسُ إلى السَّطْحِ.

هَلْ يُمْكِنُ نَقْلُ النِّفْطِ وَالْغَازِ؟

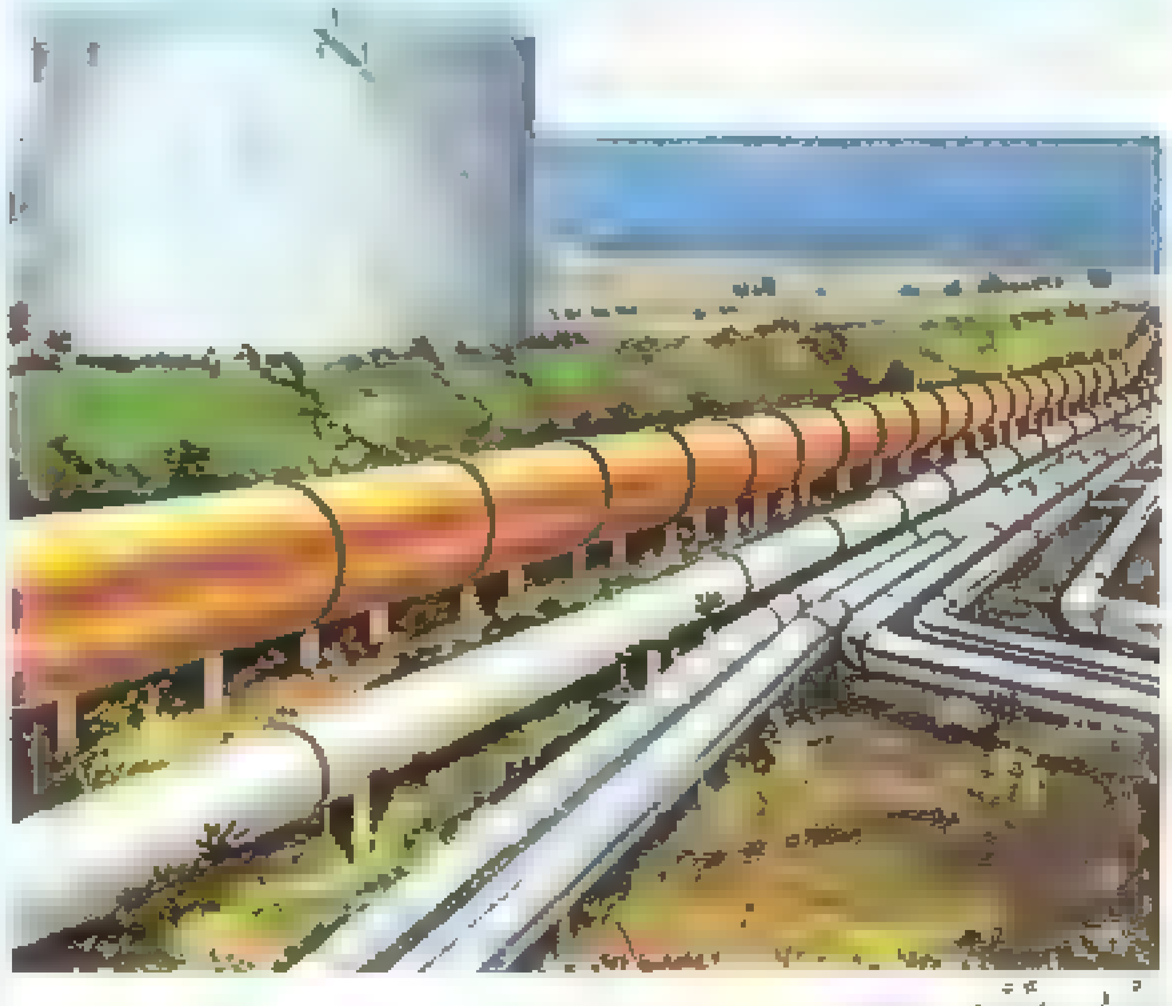
حين يتسرَّبُ النفطُ أَوِ الغازُ، يُخْشَى دائِمًا مِنْ وُقُوعِ انْفِجَارٍ، أَوْ مِنْ تلوُّثِ البَحْرِ. وَلِكَي نَتَجَنَّبَ هذِهِ الحَوادِثَ، يَجِبُ أَنْ نَنْقُلَهُمَا في صَهارِيجَ مُحْكَمَةِ الإغلاقِ، تَحْمِلُهَا شاحِنَاتٌ أَوْ قِطَارَاتٌ، أَوْ سُفُنٌ مُخَصَّصَةٌ لِهذَا الغَرَضِ، هِيَ ناقِلاتُ النفطِ. في كثيرٍ مِنَ الأَحيانِ، يُسَافِرُ النفطُ والغازُ عَبْرَ الأنابيبِ، التي تُشْبِهُ قَسَاطِلَ الماءِ في المَنَازِلِ، لكِنَّهَا أَضْخَمُ بكثيرٍ: فَقَدْ يَتَجَاوَزُ قُطْرُهَا المِتْرَ أَحْيَانًا. وَعَبْرَ أنابيبِ النفطِ وَأَنابيبِ الغازِ، تجتازُ هاتانِ المادَّتانِ بُلْدَانًا، أَوْ قارَّاتٍ كامِلَةً، حتَّى إِنَّهما تمرانِ في قاعِ البَحْرِ.

بِئْرُ نفطٍ مُشتعِلة

وديعةٌ مُضادَّةٌ للحريق

لِمَاذَا تَشْتَعِلُ بَعْضُ آبَارِ النِّفْطِ؟

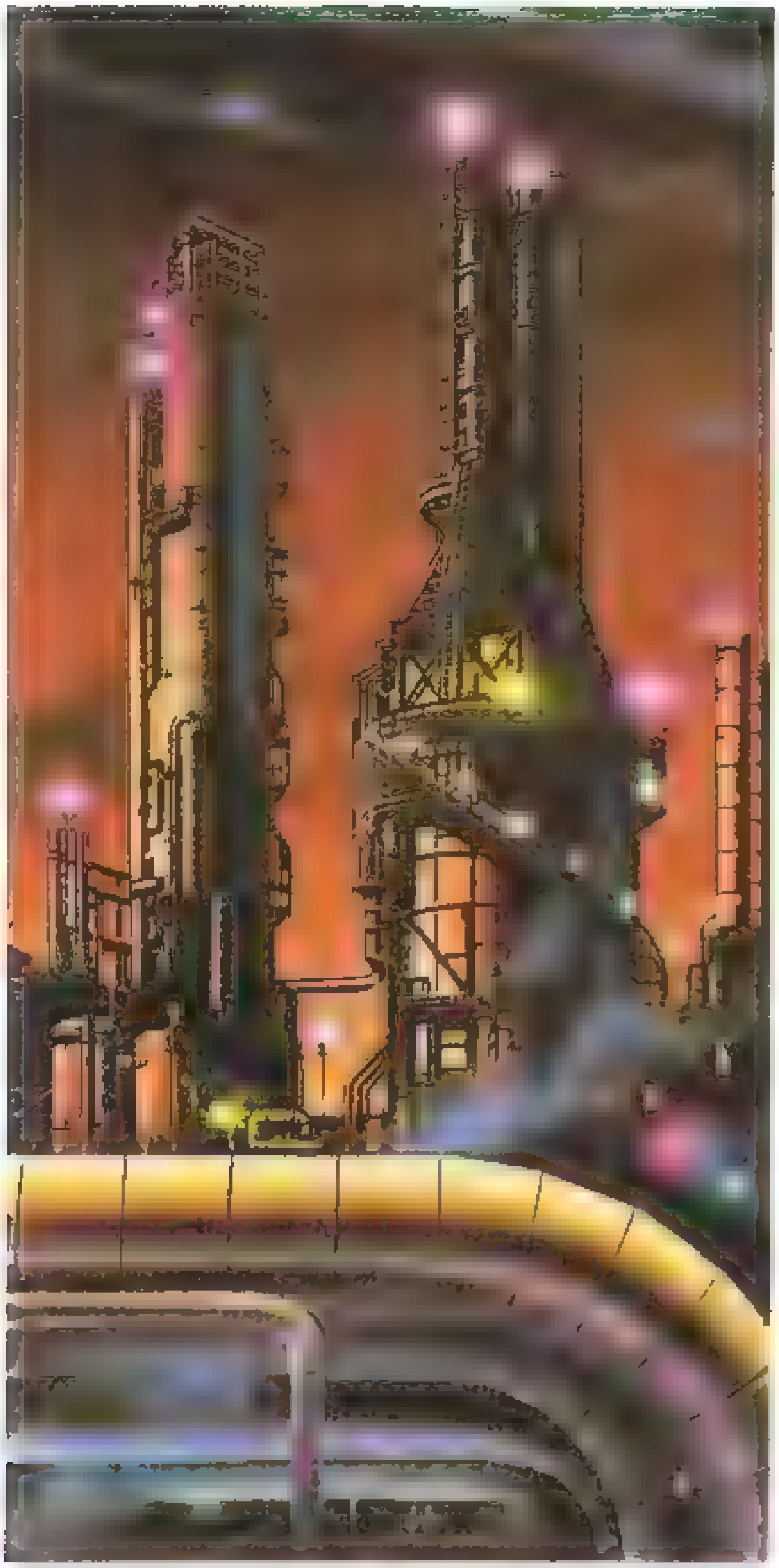
يحتاجُ النفطُ الخامُ إلى حرارةٍ قويَّةٍ لِكَيْ يشتعِلَ. لكنَّهُ يكونُ مَشوبًا دائمًا بغاراتٍ، تكوَّنَتْ معَهُ، وهيَ أسهَلُ مِنْهُ اشتِعَالاً. إنَّها خفيفَةٌ، وفي عمَليَّاتِ حفْرِ الآبارِ، تخرُجُ قَبْلَ غيرِها. وَأَدْنَى شَرارَةٍ تُسَبِّبُ حريقًا. يَصْعَدُ نَحْوَ الفَضاءِ لَهِيبٌ ضَخْمٌ، يَصِلُ ارتفاعُهُ أحيانًا إلى مِئاتِ الأمتارِ. إطفاءُ هذِهِ النارِ يَتِمُّ عَبْرَ نَفْخِهَا، وكَأنَّها نارُ شَمْعَةٍ عِمْلاقَةٍ. ولا تَتِمُّ هذِهِ النَّفْخَةُ الجَبَّارَةُ إلاَّ عَبْرَ إحداثِ انْفِجارٍ. وهذا عَمَلٌ صَعْبٌ لا يعرفُ أَنْ يُنفِّذَهُ إلاَّ قِلَّةٌ مِنَ الاختصاصيِّينَ في العالَمِ.



نَقْلُ النَّفطِ و عبر

مَا نَفعُ مِصْفَاةِ النِّفْطِ؟

النفطُ الخامُ، الذي يخرجُ مِنَ الأرضِ، هُوَ خليطٌ مِنْ عناصِرَ كثيرةٍ، ولا يُمكِنُ استعمالُهُ بِهذَا الشَّكْلِ. يَجبُ أَنْ يُكرَّرَ، أَيْ أَنْ تُفْصَلَ المَوَادُّ التي يتألَّفُ مِنْهَا عَنْ بعضِهَا بَعْضًا، فتصيرَ صافيَةً، نقيَّةً. كُلُّ هذا العَمَلِ يَجْرِي في المِصْفَاةِ، بأبْرَاجِهَا العاليَةِ، وأنابيبِهَا الطويلَةِ، وَخزَّانَاتِهَا العملاقةِ. يُصْنَعُ فيها البنزينُ للسيَّاراتِ، والمازوت للتدفئةِ، والزفتُ للطُّرُقَاتِ، وبَعْضُ الموادِّ المُسْتَعْمَلَةِ في صُنْعِ الدِّهَانِ، وأشْيَاءُ أُخْرَى كثيرةٌ.



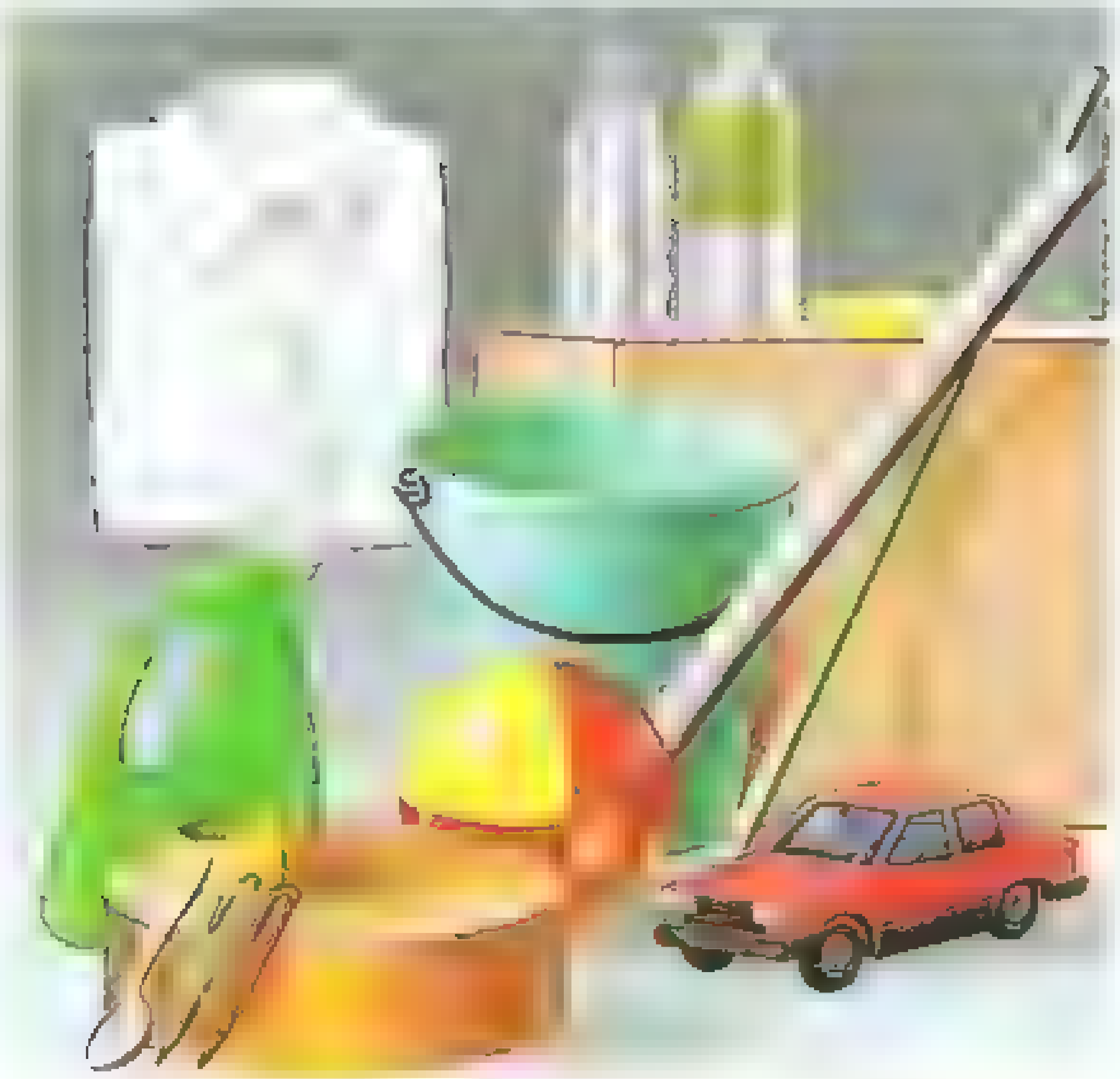
مصفاةُ نفطٍ

أَصحيحٌ أَنَّهُ قَدْ صُنِعَ مِنَ النِّفْطِ «لَحْمُ عِجْلٍ»؟

كَمَا أَنَّ المصانِعَ الكيميائيَّةَ تستطيعُ أَنْ تَصنَعَ مَوَادَّ جديدَةً، فإنَّهَا تستطيعُ أَنْ تُقلِّدَ المَوَادَّ المَوْجودَةَ في الطبيعةِ. تَوصَّلَ العُلَماءُ مَثلاً، في المُختَبَرَاتِ، إلى إنتاجِ شرائحِ لَحْمٍ كيميائيَّةٍ، قريبةٍ جدًّا مِنَ اللَّحْمِ الحقيقيِّ، ومغذّيَةٍ مِثلَهُ؛ لكِنَّهَا تَختَلِفُ عَنْهُ بِمَظْهَرِهَا وَطَعْمِهَا. كَمَا تُنْتَجُ، انطلاقًا مِنَ النفطِ، أغْذِيَةٌ كثيرةٌ لِلْحَيَوَانَاتِ.

هَلْ تُوجَدُ اللَّدائنُ في الطَّبيعةِ؟

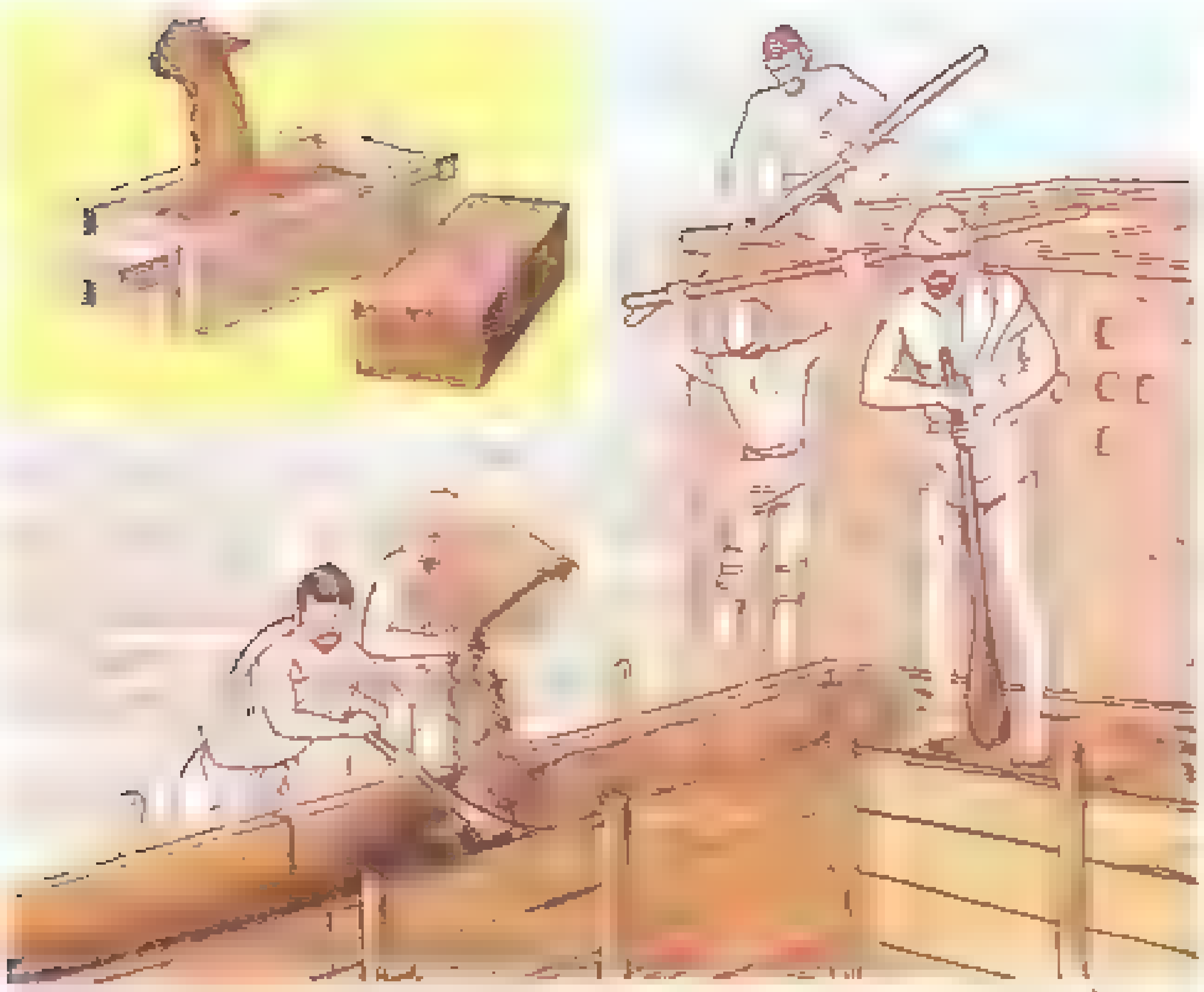
لَنْ تَرَى أبدًا شجرةً منَ اللدائنِ! فَهِيَ مَوادُّ صُنْعيّةٌ، تُنْتِجُهَا المَصانِعُ. كُلُّ شيْءٍ، في الصَّيعَةِ، مُؤَلَّفٌ مِنْ عَناصِرَ صغيرةٍ جدًّا، لا تُرَى بالعَيْنِ المُجرَّدةِ، تُسمَّى بالذَّرّاتِ والجُزَيْئاتِ. يَعْرِفُ الكيميائيّونَ أنْ يخلطوها لِيَحْصُلُوا عَلَى مُنْتَجاتٍ جديدةٍ، كالمَوادِّ اللدائنيّةِ. واليومَ، يُوجَدُ مِنْها في كُلِّ مَكانٍ. وَهِيَ عَمَليَّةٌ جدًّا، تُصْنَعُ مِنْهَا القَوارِيرُ، والأكياسُ، والحقائِبُ، والأقلامُ، والخيطانُ، وأفْلامُ التصويرِ، والأزْرارُ، والدُّمَى... ولا بَأْسَ في استعمالِها إلّا: أنَّ إتلافَها صَعْبٌ. وأحيانًا تكثُرُ إلى دَرَجةِ أنَّها تُلَوِّثُ الطبيعةَ وتُلْحِقُ بِها أضْرارًا.



مَوادُّ لدائنيّةٌ تجتاحُ حيب

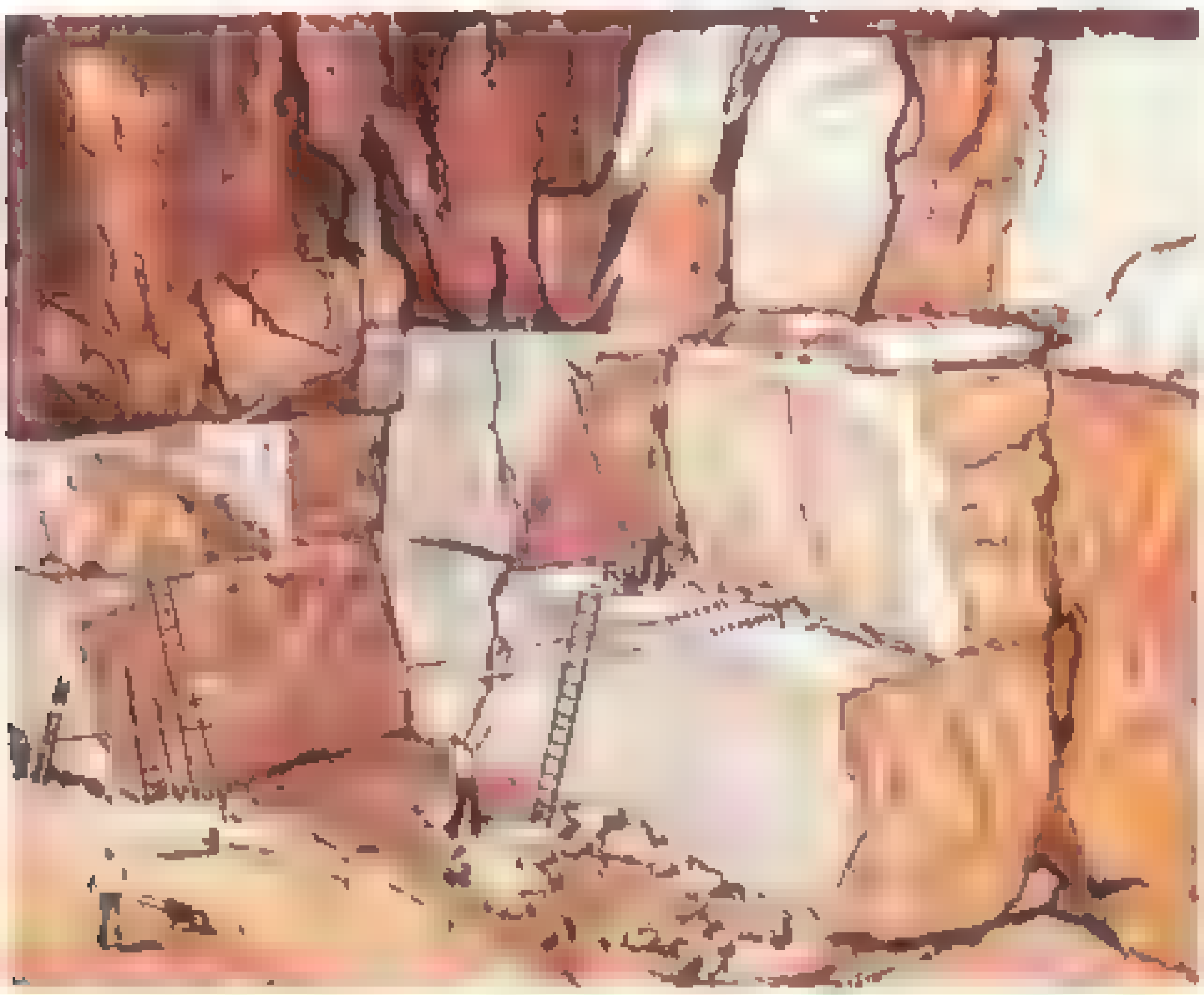
هلْ نأكُلُ يومًا أغذيةً مصنوعةً منَ النفطِ؟

قريةٌ من الطين المجفّف



صناعةُ الآجُرِّ والحجارةِ المصقولةِ

عملُ مُقصِّبي الحجارةِ



مقطعُ مقلعٍ ضخمٍ جدًّا

مِنْ أَيْنَ يَأْتِي الإِسْمَنْتُ وَالْجِصُّ؟

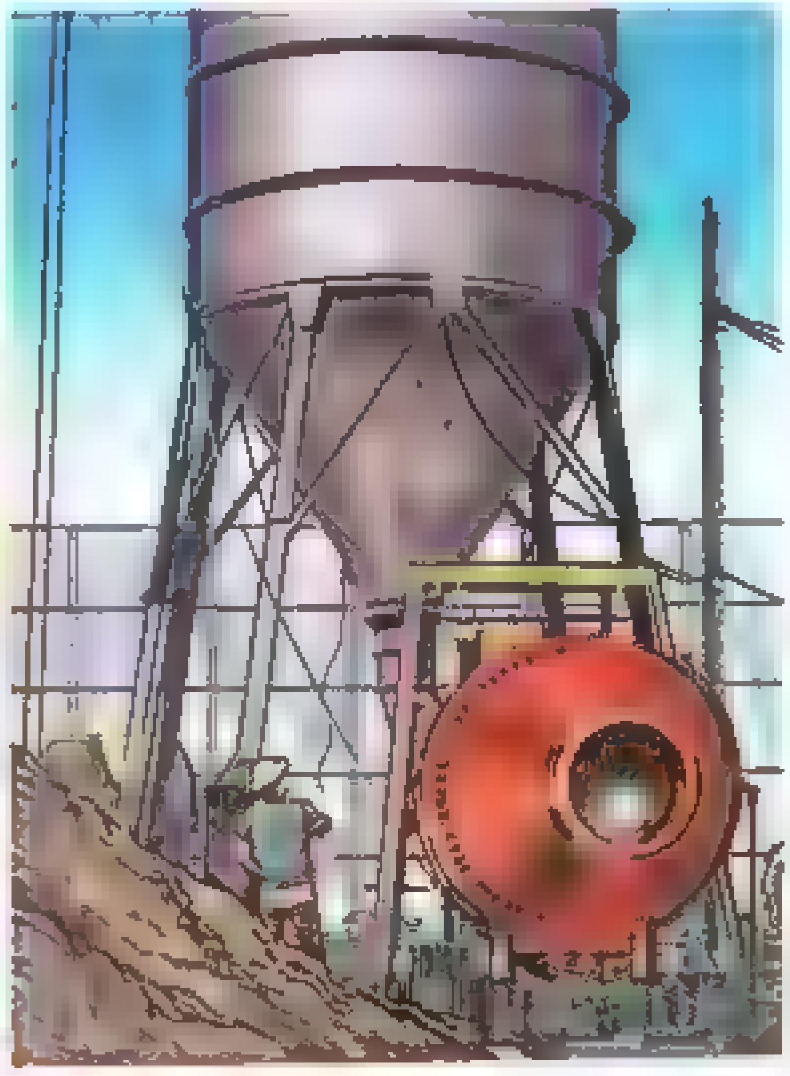
إلى جانبِ الحجارةِ، يُسْتَخْرَجُ مِنْ باطِنِ الأَرْضِ كثيرٌ مِنْ لَوازِمِ البناءِ. وَهكذا، فإنَّ الإِسْمَنْتَ خليطٌ مِنَ الطينِ الصلصاليِّ والمَوادُّ الكلسيَّةِ، يُطْبَخُ وَيُسَخَّنُ ثُمَّ يُسْحَقُ حتّى يصيرَ دقيقًا جِدًّا. وإذا خُلِطَ هذا المَسْحُوقُ الرَّماديُّ بالماءِ، فإنَّهُ يَتَجَمَّدُ بَعْدَ جَفافِهِ، لِكَيْ «يُلْصِقَ» الآجُرَّ أَوِ الحِجارَةَ. والجِصُّ أَيْضًا صَخْرَةٌ تُسَخَّنُ وَتُحَوَّلُ إلى مَسْحُوقٍ ناعِمٍ. كَما يعطينا باطِنُ الأَرْضِ الرَّمْلَ والحَصى، اللَّذَيْنِ يُضافانِ إلى الإِسْمَنْتِ لِلْحُصُولِ على الباطون.

هَلْ يُمْكِنُ أَنْ تُبْنَى الْبُيوتُ بِالتُّرَابِ؟

منذُ زَمَنٍ بعيدٍ جدًّا، يَسْتَعْمِلُ الناسُ مادَّةً أَوَّلِيَّةً مِنَ السَّهْلِ العُثُورُ عَلَيْهَا، هِيَ التُّرَابُ، أَوِ الطِّينُ الصلصاليُّ، الذي يُصْبِحُ صَلْبًا حِينَ يُطْبَخُ. تُصْنَعُ مِنْهُ الصُّحُونُ والأَطْبَاقُ التي تَتَحَمَّلُ الحَرَارَةَ، والبَلاطُ، وَحَتَّى البيوتُ. كانَ المصريُّونَ القُدَامَى يَصْنَعُونَ الآجُرَّ مِنْ خَلِيطِ القَشِّ والطِّينِ الصلصاليِّ؛ ثُمَّ يُجَفِّفُونَهُ في حرارَةِ الشَّمْسِ. وَفي بلدانٍ كثيرةٍ مِنَ العالَمِ، لا تزالُ البيوتُ تُبْنَى مِنَ الطينِ المصبوبِ في قوالِبَ خَشَبِيَّةٍ. هكذا تكونُ متينةً جدًّا، وَمُرِيحَةً، لأَنَّ الطِّينَ يَقِي سكّانَها جَيِّدًا مِنَ البَرْدِ أَوِ الحَرِّ.

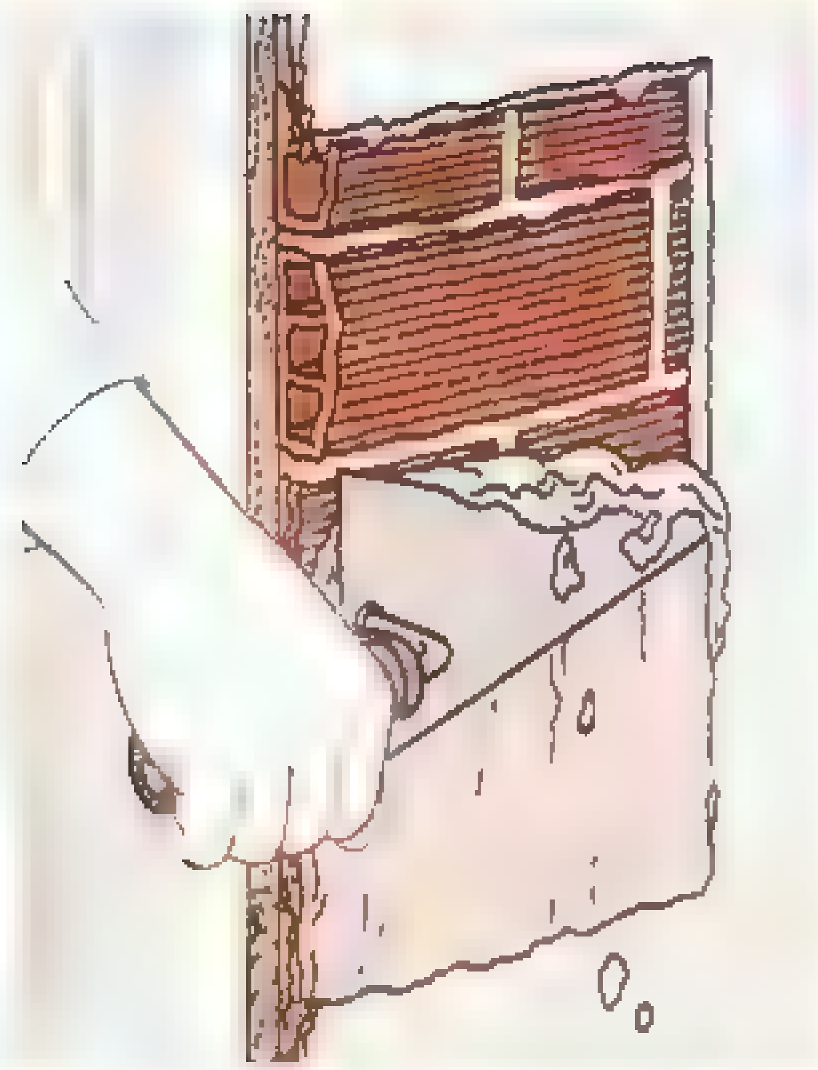
مَا الْمَقْلَعُ؟

قَبْلَ أَنْ يَسْتَعْمِلَ الناسُ الباطونَ في بِنَائِهِمْ، كَانُوا يَبْنُونَ قُصُورَهُمْ وَحُصُونَهُمْ بالحِجَارَةِ: كالرخامِ، والحَجَرِ الكِلْسيِّ، والحُتِّ... وَهِيَ كالمَوَادِّ المنجمِيَّةِ صُخُورٌ مُسْتَخْرَجَةٌ مِنَ الأَرْضِ. لا نَجِدُهَا في المَنَاجِمِ، بَلْ في المَقَالِعِ. هُنَاكَ تُسْتَخْرَجُ مِنَ الأَرْضِ كُتَلٌ ضَخْمَةٌ وَتُقْطَعُ بالمِنْشَارِ الآلِيِّ. وَهُنَاكَ مُدُنٌ كثيرةٌ تَوَسَّعَتْ، فَامْتَدَّتْ فَوْقَ المَقَالِعِ القَدِيمَةِ التي اسْتُخْرِجَتْ مِنْهَا حِجَارَةُ بِنَائِهَا.

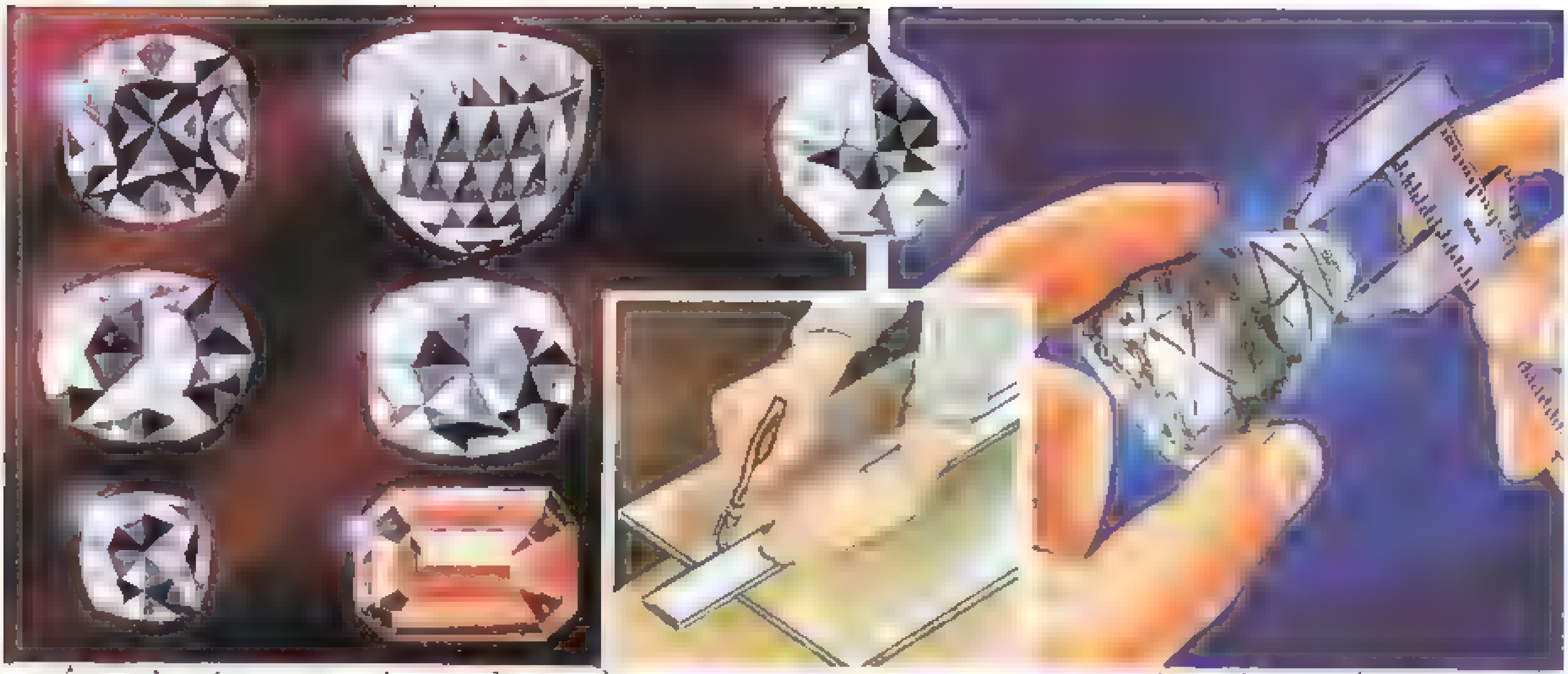


جَبّالةٌ كبيرةٌ

بنّاءٌ يجبلُ الإسمنتَ



جدارٌ بلاطٌ مُخشّنٌ

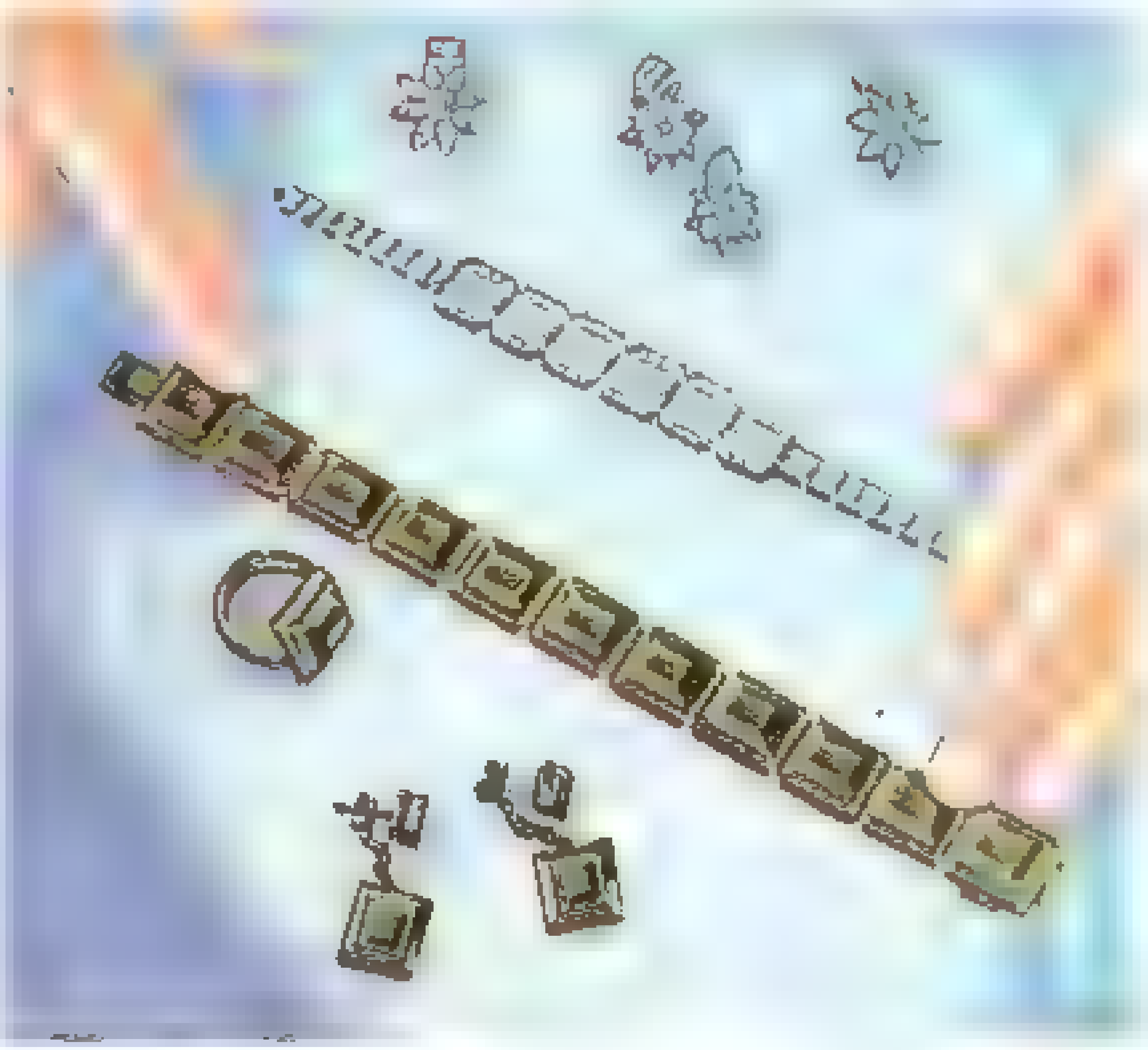


الأحجارُ الكريمةُ المصقولةُ ثمينةٌ جدًا

ألماسُ صلبٌ وحادٌّ إلى درجةِ أنّهُ يقطعُ الزجاجَ

كَيْفَ نَجِدُ الذَّهَبَ؟

الذَّهَبُ مَعْدِنٌ كَالْحَدِيدِ. لكِنَّهُ لا يَصْدَأُ وَيَظَلُّ أَصفرَ لَمَّاعًا كالشَّمْسِ. مُنْذُ زَمَنٍ بعيدٍ جِدًّا، عَرَفَ النَّاسُ مَزَايَاهُ، وَصَنَعُوا مِنْهُ الحِلَى، وَالأَوَانِيَ، والنُّقُودَ. يُسْتَخْرَجُ إجْمالاً مِنَ المَناجِمِ. لكِنَّ المَطَرَ ينتزِعُ مِنْهُ أَحْيانًا حَبَّاتٍ صغيرةً أو كبيرةً يجرفُها نَحْوَ الأَنْهارِ. يجيءُ الباحِثُونَ عَنِ الذَّهَبِ عندئِذٍ، ويلمُّونَ الحصَى مِنَ المَجارِي المائِيَّةِ في مُنْخُلٍ، آمِلِينَ أَنْ يَجِدُوا شَذَراتٍ مِنَ التِّبْرِ الثَّمِينِ.



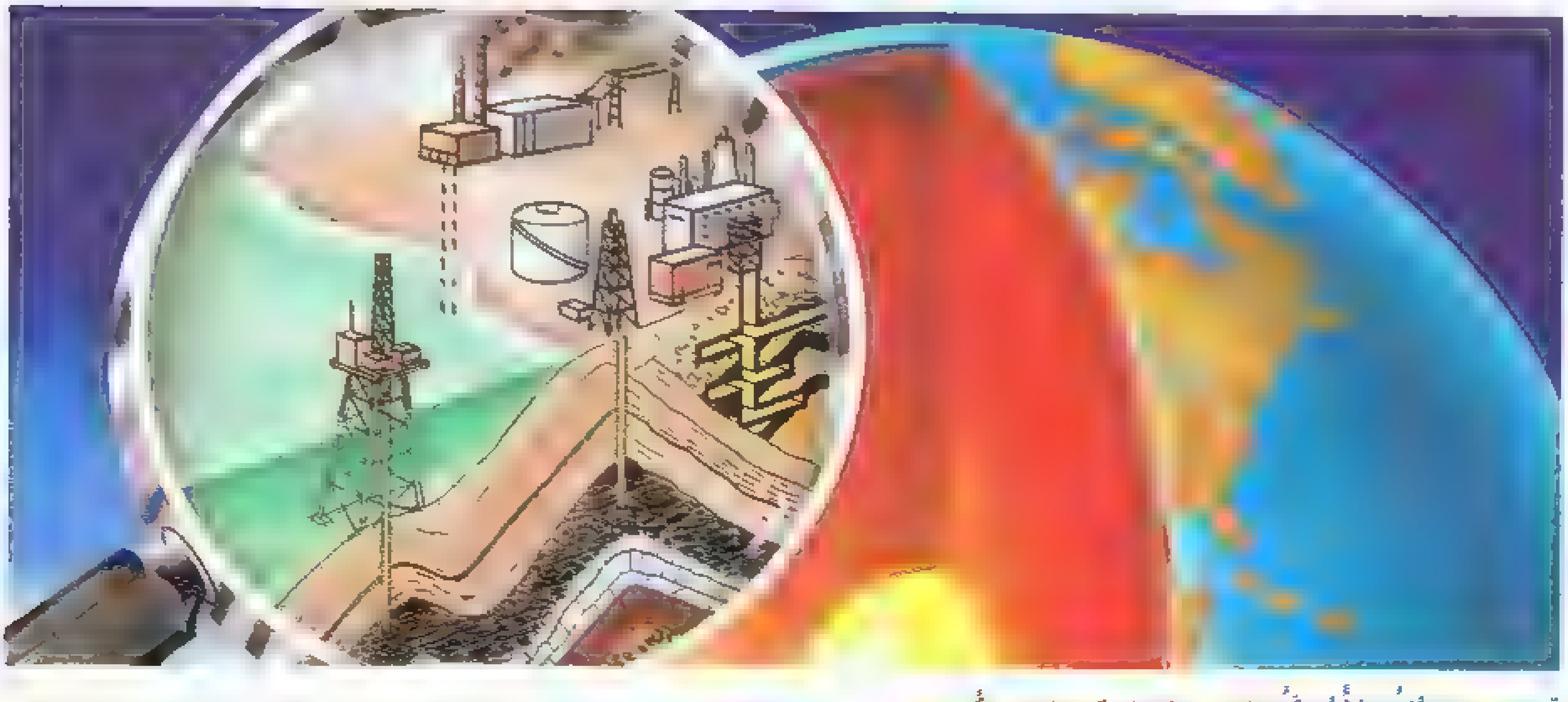
مِنْ شذراتِ التِّبرِ إلى سبيكةٍ إلى حُليٍّ ذهبيَّة

لِمَاذَا يُقَالُ إِنَّ بَعْضَ الأَحْجَارِ كَرِيمَةٌ؟

هُنَاكَ حِجَارَةٌ تَخْتَلِفُ عَنْ غَيْرِهَا بِشَكْلِهَا المُنْتَظَمِ. لَهَا وُجُوهٌ مُتَعَدِّدَةٌ. وَأَلْوَانُهَا فِي الغَالِبِ جَمِيلَةٌ جِدًّا. اليَاقُوتُ أَحْمَرُ، وَالزُّمُرُّدُ أَخْضَرُ، وَالأَلْمَاسُ شَفَّافٌ وَبَرَّاقٌ. وَيُمْكِنُ بِصَقْلِهَا أَنْ يُزَادَ عَدَدُ وُجُوهِهَا، وَأَنْ تُجْعَلَ أَكْثَرَ بَرِيقًا. ثَمَنُهَا غَالٍ لأَنَّهَا نَادِرَةٌ: تُسَمَّى أَحْجَارًا كَرِيمَةً. وَتُسْتَعْمَلُ فِي صُنْعِ الحُلِيِّ. كَمَا أَنَّهَا صَلْبَةٌ جِدًّا. فَالزَّجَّاجُونَ، مَثَلاً، يَسْتَعْمِلُونَ أَلْمَاسَةً صَغِيرَةً لِقَطْعِ الزُّجَاجِ. وَفِي السَّاعَاتِ، غَالِبًا مَا تَعْمَلُ القِطَعُ الدَّاخِلِيَّةُ حَوْلَ يَوَاقِيتَ صَغِيرَةٍ.

أَمَا زَالَتْ تُوجَدُ ثَرَوَاتٌ أُخْرَى تَحْتَ الأَرْضِ؟

يَسْتَخْرِجُ النَّاسُ مِنْ بَاطِنِ الأَرْضِ لَوَازِمَ كَثِيرَةً يَحْتَاجُونَ إِلَيْهَا. وَالحَالُ أَنَّ كَوْكَبَنَا كَبِيرٌ إِلَى دَرَجَةِ أَنَّهُمْ لا يَسْتَفِيدُونَ مِنْهَا فِي الوَاقِعِ إِلاَّ جُزْءًا صَغِيرًا. وَلا يَذْهَبُ بَحْثُهُمْ إِلَى أَعْمَقَ مِنْ بِضْعَةِ كِيلُومِتْرَاتٍ. وَهَذَا يَعْنِي أَنَّ أَكْثَرَ المَنَاجِمِ وَآبَارِ النِّفْطِ لَيْسَتْ إِلاَّ شَكَّ إِبَرٍ عَلَى سَطْحِ الأَرْضِ. لَمْ نَنْتَهِ بَعْدُ مِنَ اكْتِشَافِ ثَرَوَاتِهَا!

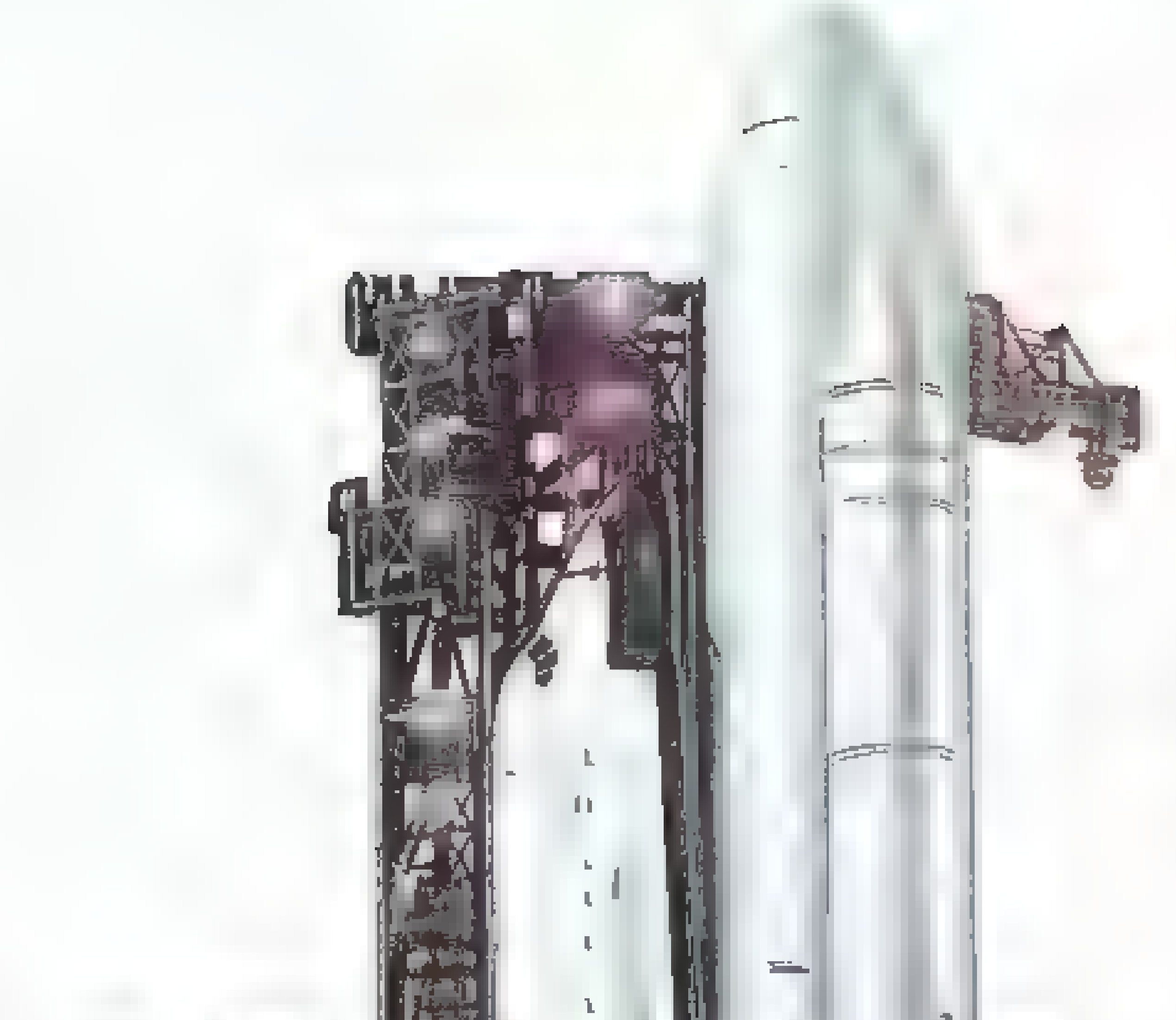


تَحْتَوِي القِشْرَةُ الأَرْضِيَّةُ عَلَى مَوَارِدَ كَثِيرَةٍ جِدًّا

أَسْرارُ الطَّاقَةِ

الطَّاقَةُ حَديثُ كُلِّ النّاسِ. يَقولونَ إِنَّ العالَمَ يُواجِهُ أَزْمَةَ طاقَةٍ. وتُخيفُهُمُ الطّاقَةُ النَّوَوِيَّةُ. ونُفَكِّرُ في استِعمالِ طاقاتٍ جَديدَةٍ. نَحْتاجُ الطّاقَةَ لِنَمْلأَ حَياتَنا.

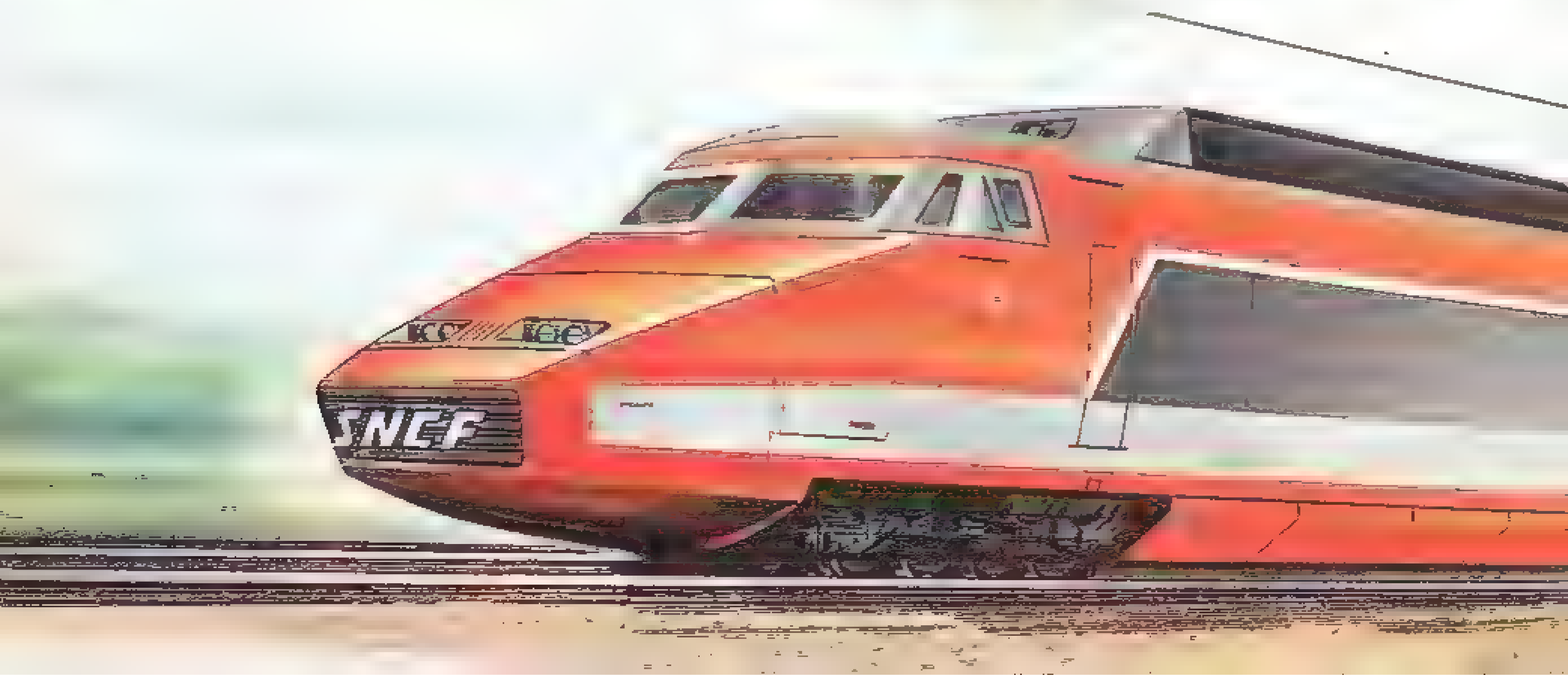
تُتيحُ لَنا أَنْ نَتَنَقَّلَ، أَنْ نَنْقُلَ أَحْمالاً ثَقيلَةً، أَنْ نَصْنَعَ سَيّاراتٍ أَوْ نَبْنِيَ بُيوتًا، أَنْ نُسافِرَ في الفَضاءِ. ونَحْنُ، مِنْ جِهَتِنا، نُنْفِقُ طاقَتَنا لِنَسيرَ، لِنَعْمَلَ،

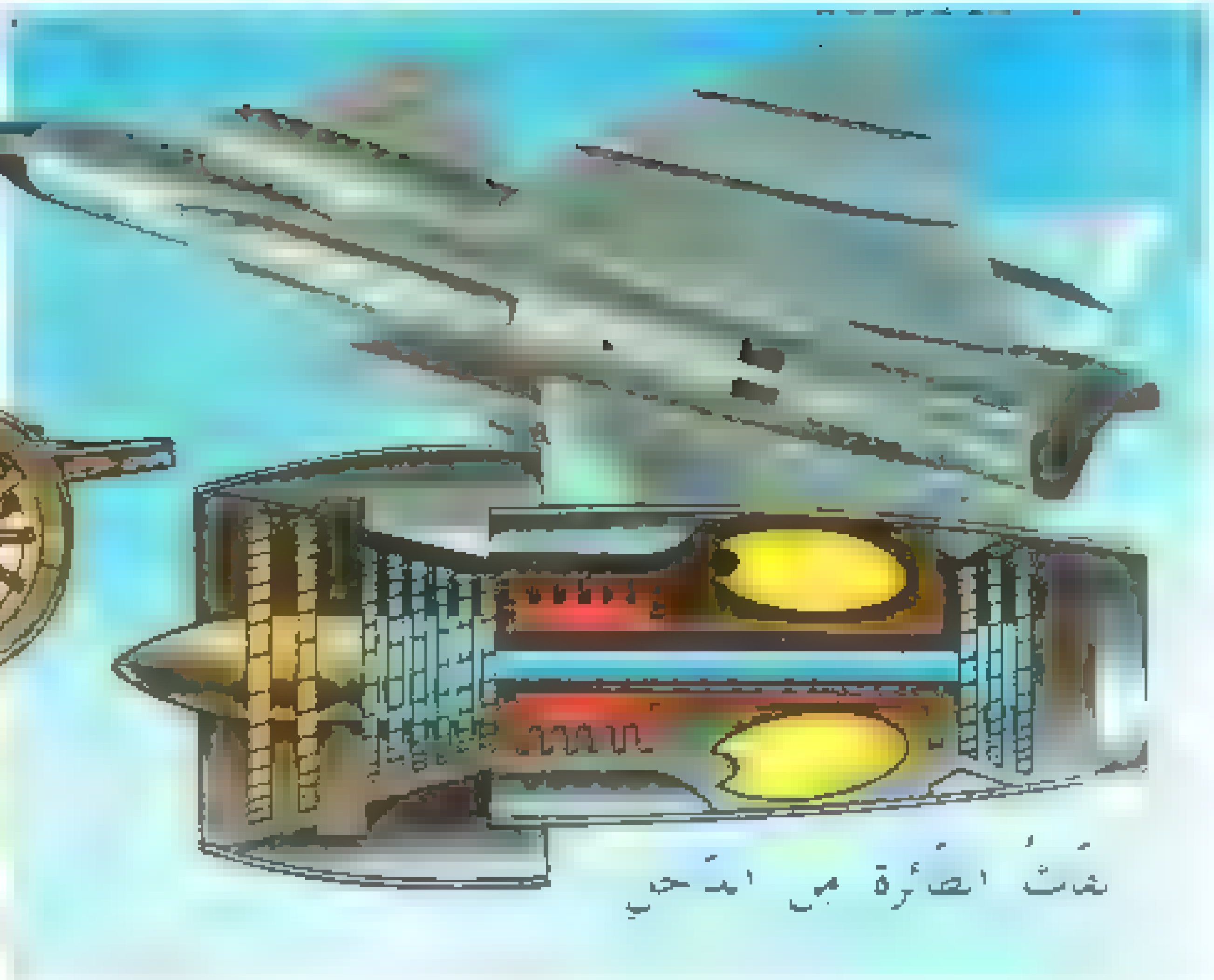


لِنَقُومَ بِحَرَكَاتِ الحَيَاةِ اليَوْمِيَّةِ. وَنُجَدِّدُ احْتِيَاطِيَّ الطَّاقَةِ لَدَيْنَا بِفَضْلِ مَا نَسْتَفِيدُهُ مِنَ الطَّعَامِ وَالنَّوْمِ. تِلْكَ هِيَ «مَصَادِرُ» طَاقَتِنَا.

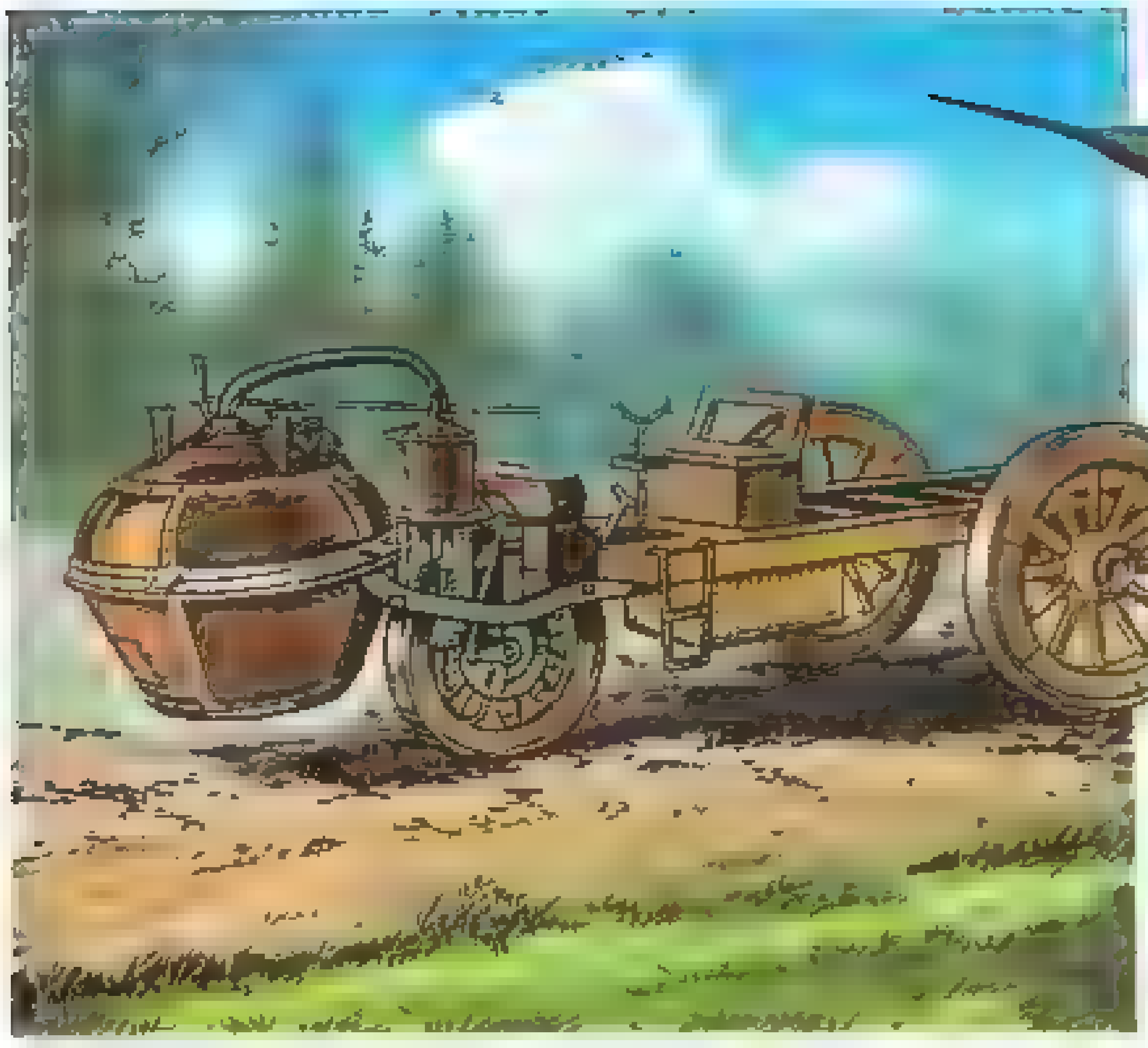
مُنْذُ زَمَنٍ بَعِيدٍ جِدًّا، حَاوَلَ النَّاسُ أَنْ يَجْعَلُوا قُوَّةَ الآلاتِ تَحِلُّ مَحَلَّ قُوَّتِهِمْ. وَاليَوْمَ، فِي العَصْرِ الصِّنَاعِيِّ، يَتَزَايَدُ عَدَدُ الآلاتِ بِشَكْلٍ مُتَوَاصِلٍ. وَهِيَ أَيْضًا تَسْتَهْلِكُ الطَّاقَةَ لِكَيْ تَعْمَلَ. هذه الطَّاقَةُ يَجِبُ أَنْ نَجِدَ لَهَا «مَصَادِرَ» فِي الطَّبِيعَةِ: كَالنِّفْطِ، أَوِ الفَحْمِ الحَجَرِيِّ، أَوِ الرِّيحِ، أَوْ حَرَارَةِ الشَّمْسِ، أَوِ القُوَّةِ النَّوَوِيَّةِ.

تَعَالَ نَكْتَشِفْ أَسْرَارَ الطَّاقَةِ.





طائرةٌ نفاثةٌ



عربةُ كونيو المُحرِّكةُ لحمل الأثقال

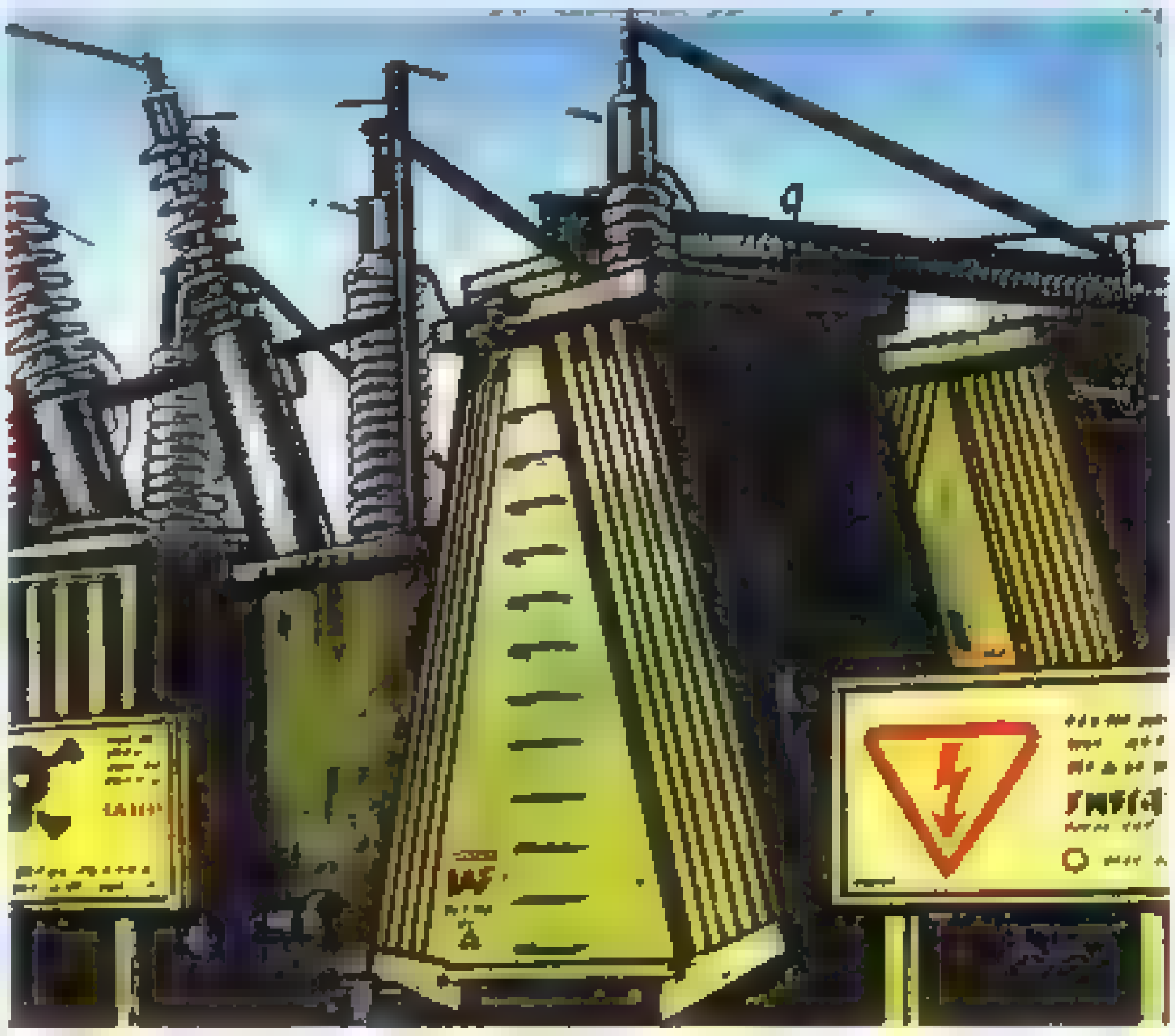
مَا نَفْعُ الطَّاقَةِ؟

يَسْتَعْمِلُ المُحَرِّكُ بَعْضَ الطَّاقاتِ لِيقومَ بِعَمَلٍ مُعَيَّنٍ. وَهُنَاكَ أشكالٌ عديدَةٌ مِنَ الطَّاقَةِ. يُمْكِنُ أَنْ نَسْتَعْمِلَ قُوَّةَ تَيَّارِ النَّهْرِ لِنُدِيرَ الطاحونةَ المائِيَّةَ التي تَطْحَنُ القَمْحَ، أَوْ قُوَّةَ الرِّيحِ لِنُدِيرَ طَوَاحِينَ الهَوَاءِ. كَمَا تَصِيرُ قُوَّةُ الحِصانِ طاقةً تَسْمَحُ بِجَرِّ المِحْرَاثِ أَوِ العَجَلَةِ. وَبِفَضْلِ الطاقةِ الحَرَارِيَّةِ، نستطيعُ أَنْ نَطْهُوَ طَعَامَنَا أَوْ أَنْ نَتَدَفَّأَ. وأخيرًا، يُمْكِنُ لبعضِ الآلاتِ أَنْ تُحَوِّلَ الطاقَةَ مِنْ شَكْلٍ إلى آخَرَ.

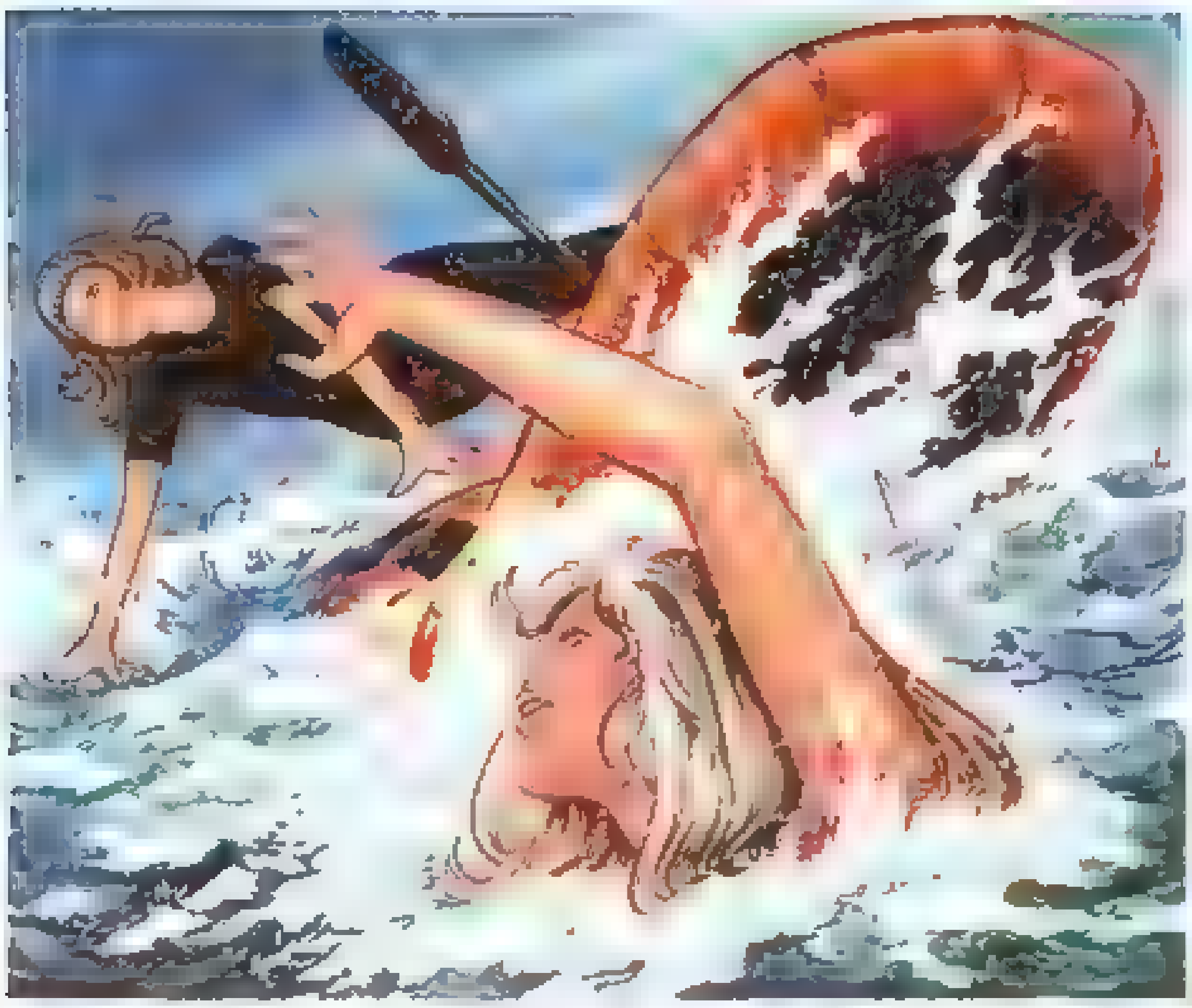
طاقةٌ تديرُ آلاتٍ

كَيْفَ تَدُورُ الْمُحَرِّكَاتُ؟

حينَ تركبُ الدَّرَّاجةَ، عَلَيْكَ أَنْ تُحرِّكَ الدَوَّاسَةَ كَيْ تَتَقَدَّمَ: أَيْ عَلَيْكَ أَنْ تبذلَ جهدًا. أمَّا الدَّرَّاجةُ النارِيَّةُ فأقَلُّ إجْهادًا، لأَنَّهَا ذاتُ مُحرِّكٍ. فإذًا هُوَ الَّذِي يقومُ بالعَمَلِ. المُحرِّكُ آلَةٌ مصنوعةٌ لِغَرَضٍ مُعَيَّنٍ هُوَ تحريكُ بَعْضِ الأَشْيَاءِ. يَدُورُ تَحْتَ تَأْثِيرِ الحَرَارَةِ، كَمَا في القاطِرَاتِ القَدِيمَةِ التي كانت تَعْمَلُ عَلَى الفَحْمِ الحَجَرِيِّ؛ أَوْ بِفَضْلِ احتِرَاقِ غَازِهَا، كَمَا في السَّيَّاراتِ؛ أَوْ بوَساطَةِ الكهرباءِ، كَمَا في الأَجْهِزَةِ الكَهْرَبَائِيَّةِ. هذِهِ الأشكالُ المُختَلِفَةُ لِلطَّاقَةِ هِيَ التي تُشَغِّلُهُ.



الطاقةُ الكَهْرَبائيَّةُ قويَّةٌ جدًّا



يُمكِنُ أَنْ تكُونَ للأَمْوَاجِ طاقَةٌ قويَّةٌ

هَلْ يُمْكِنُ لَمْسُ الطَّاقَةِ؟

لَيْسَتِ الطَّاقَةُ مادَّةً ولا شَيْئًا. فَإذًا لا يُمْكِنُ أَنْ نَرَاهَا، ولا أَنْ نلمسَهَا. لكِنَّنا نستطيعُ أَنْ نَعْرِفَ بِوُجُودِهَا، وَأَنْ نُدْرِكَ قُوَّتَهَا. عَلَى الشَّاطِئِ، حينَ تَصِلُ إِلَيْكَ مَوْجَةٌ، تُحَرِّكُكَ، فَتَشْعُرُ بِقُوَّةِ البَحْرِ. اذا لَمَسْتَ قِدْرًا موضوعَةً عَلَى الغازِ، فإِنَّكَ تُحِسُّ بِحَرْقَةٍ. اذا أَضَأْتَ مِصْبَاحًا، فإِنَّكَ تَرَى فَوْرًا الضَّوْءَ الناتِجَ عَنِ الطَّاقَةِ الكهربائِيَّةِ. في كُلٍّ مِنْ هذِهِ الحالاتِ، تكونُ قَدْ لاحَظْتَ الطَّاقَةَ.

هَلْ تُوجَدُ مَناجِمُ لِلْكَهْرَباءِ؟

الكهرباءُ شَكْلٌ مِنْ أشكالِ الطَّاقَةِ تَعْرِفُهُ جَيِّدًا وتَسْتَعْمِلُهُ غالِبًا. فَبِفَضْلِ الكهرباءِ يُضاءُ المِصْباحُ وَيُشَغَّلُ التلفزيونُ والمِكْواةُ وَأَجْهِزَةٌ منزِلِيَّةٌ كثيرةٌ أُخْرَى. لكِنْ لا تُوجَدُ مَناجِمُ، وَلاَ مَقالِعُ للكهرباءِ. بَلْ يَتِمُّ الإنْتاجُ في مَعامِلَ خاصَّةٍ، هِيَ مَحَطّاتُ التَّوْليدِ، انْطِلاقًا مِنْ مصادِرَ أُخْرَى للطاقَةِ: كَقُوَّةِ الأنهارِ أَوِ البِحارِ، وَحَرارَةِ النارِ، وَأَشِعَّةِ الشَّمْسِ، أَوِ القُوَّةِ النَّوَوِيَّةِ.

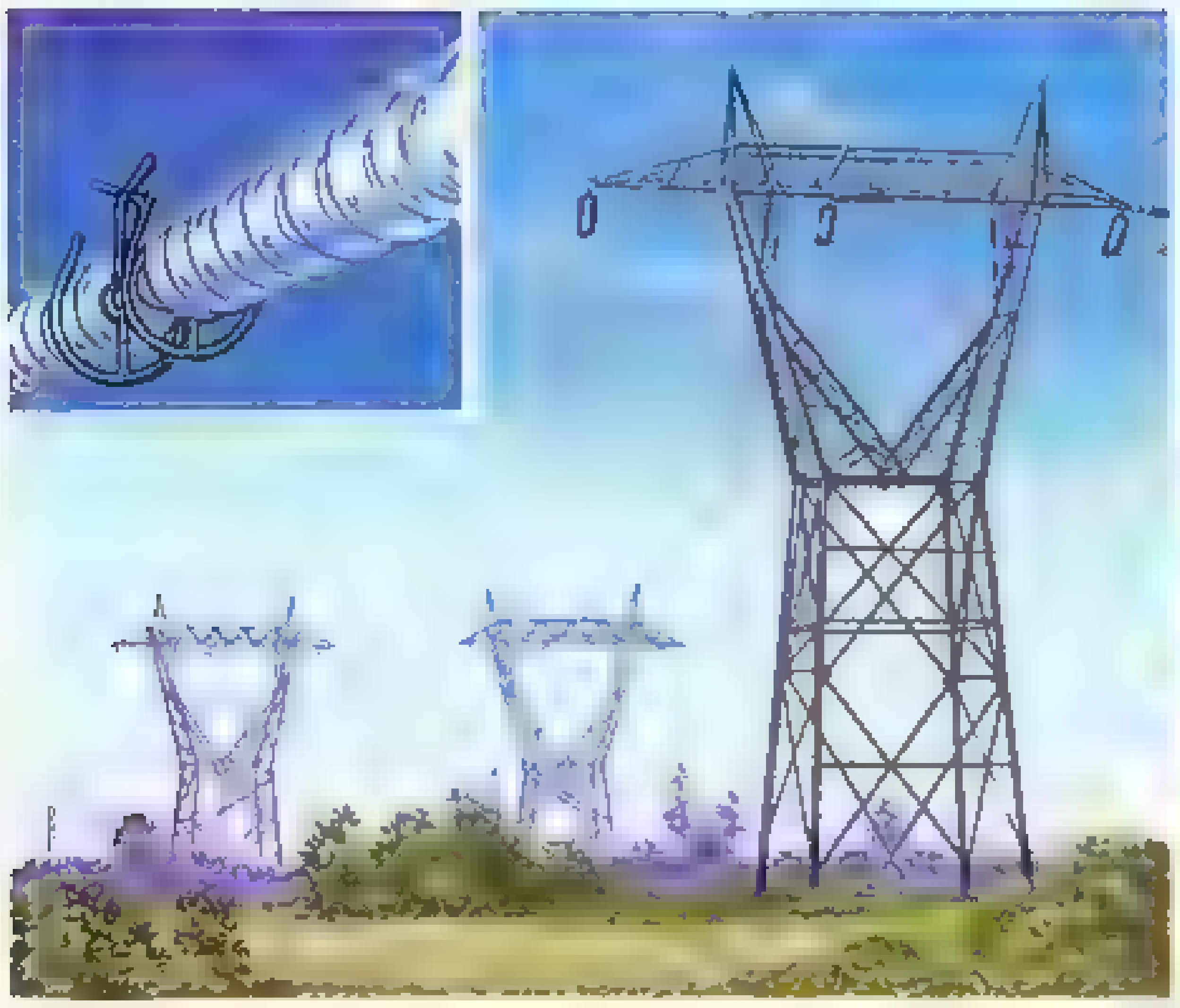
أَسْلاكٌ تُوصِلُ الكهرباءَ

هَلِ الْبَطّارِيَّةُ خَزّانٌ لِلْكَهْرَباءِ؟

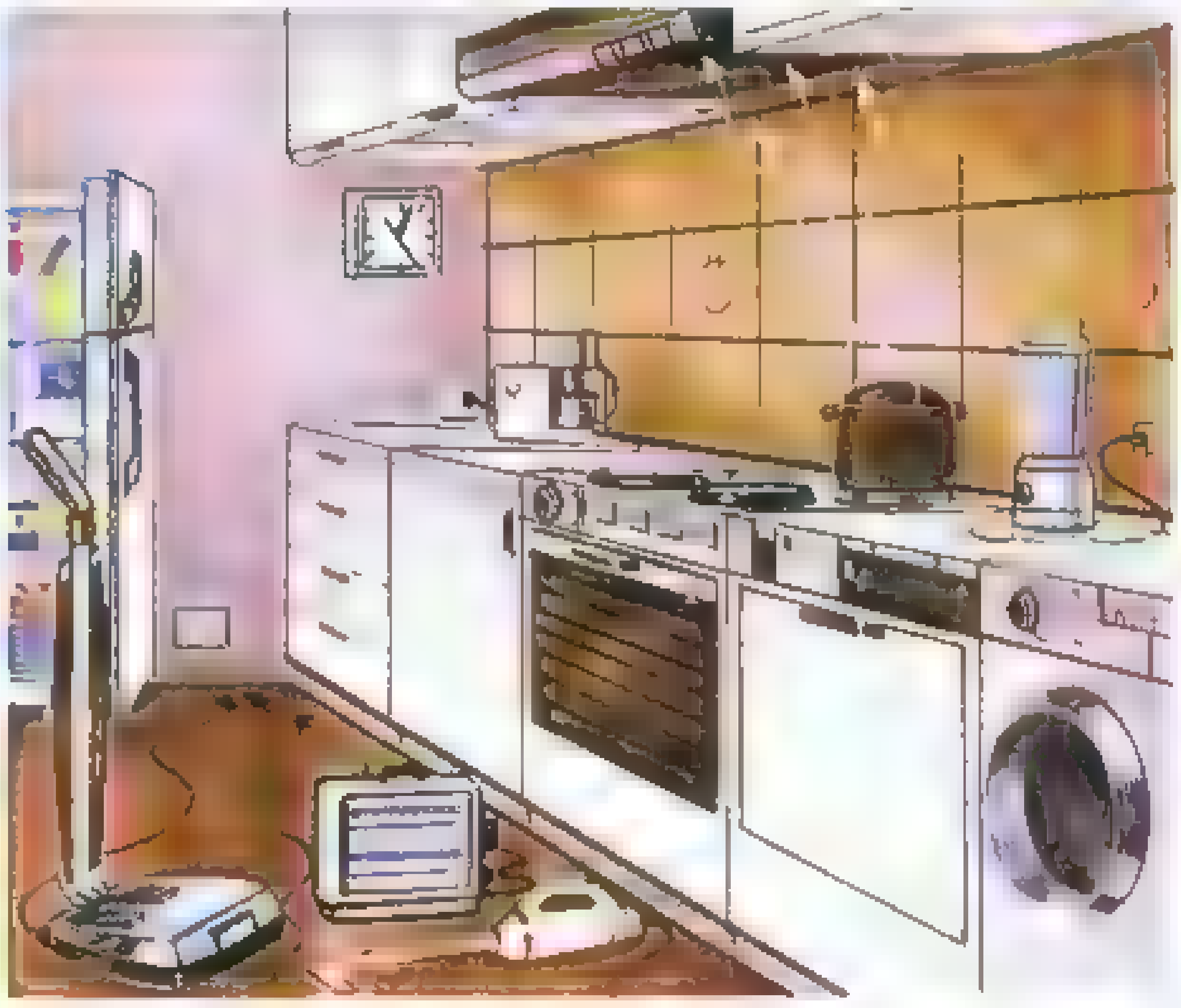
تَحْتَ غِطاءِ مُحَرِّكِ السَّيّارَةِ، عُلْبَةٌ ثقيلَةٌ جِدًّا، هِيَ البَطّارِيَّةُ. تَحْتَوي عَلَى كَمِّيَّةٍ صغيرةٍ مِنَ الكهرباءِ. حينَ نُديرُ السَّيّارَةَ، نُعيدُ تَعْبِئَةَ البَطّارِيَّةِ. وإلاَّ، فإنَّها تَصيرُ فارِغَةً تَمامًا: وَلاَ يعودُ مِنَ المُمْكِنِ إضاءَةُ المَصابيحِ، أَوْ إدارَةُ المُحَرِّكِ. هكَذا تَرَى أَنَّهُ لَيْسَ مِنَ السَّهْلِ تَجْميعُ احتياطِيٍّ كبيرٍ مِنَ الكهرباءِ. أَمَّا البَطّارِيّاتُ الصغيرَةُ، التي تُشَغِّلُ الأَلْعابَ أَوْ أَجهِزَةَ الراديو الصغيرَةَ، فَهِيَ مَصانِعُ صغيرَةٌ تُنْتِجُ الكَهْرَباءَ بِفَضْلِ بَعْضِ المَوادِّ الكيميائِيَّةِ.

هَلِ الْكَهْرَبَاءُ عَمَلِيَّةٌ؟

الكـهـربـاءُ عَمَلِيَّةٌ جِدًّا، لأَنَّنا يُمْكِنُ أَنْ نَسْتَعْمِلَهَا حَيْثُمَا نَشَاءُ حِينَ نحتاجُ إِلَيْهَا. يَسْرِي التَّيَّارُ في أَسْلاكٍ وأَشرِطَةٍ مِنَ الفـولاذِ أَوِ النُّحَاسِ: ابتداءً مِنَ الأسلاكِ الغليظَةِ جدًّا الَّتِي تُمَدُّ بينَ الأَبْرَاجِ الفولاذِيَّةِ، وَتُنْقَلُ بِهَا كَمِّيَّاتٌ كبيرَةٌ إلى كُلِّ أَنحاءِ البِلادِ،وانتِهاءً بـالأَشْرِطَةِ الرَّقِيقَةِ المَرِنَةِ التي تَصِلُ إلى البُيُوتِ. لَنْ نَسْتَطِيعَ أَنْ نَسْتَغْنِيَ عَنِ الكَهْرَبَاءِ، لأَنَّهَا طاقةٌ «نَظِيفَةٌ» وَصَامِتَةٌ.

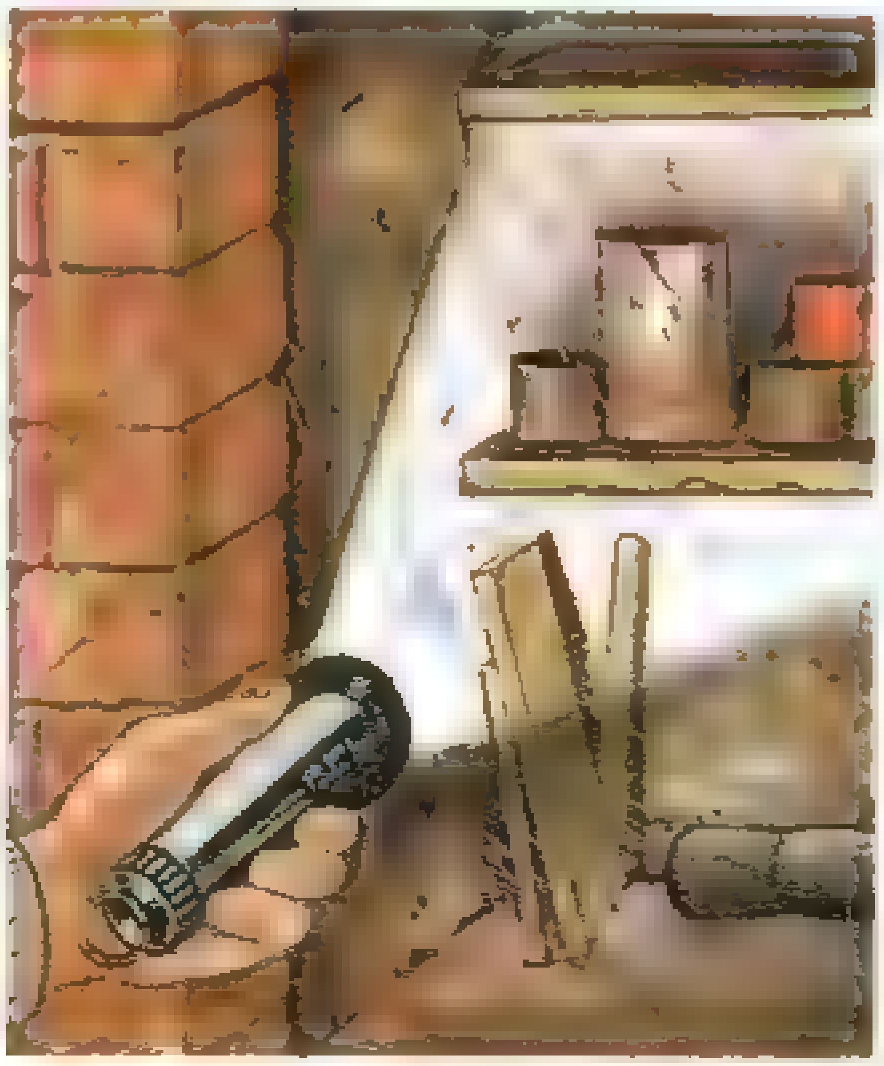


تَنْقُلُ الخطوطُ الكهربائيَّةُ التيَّارَ

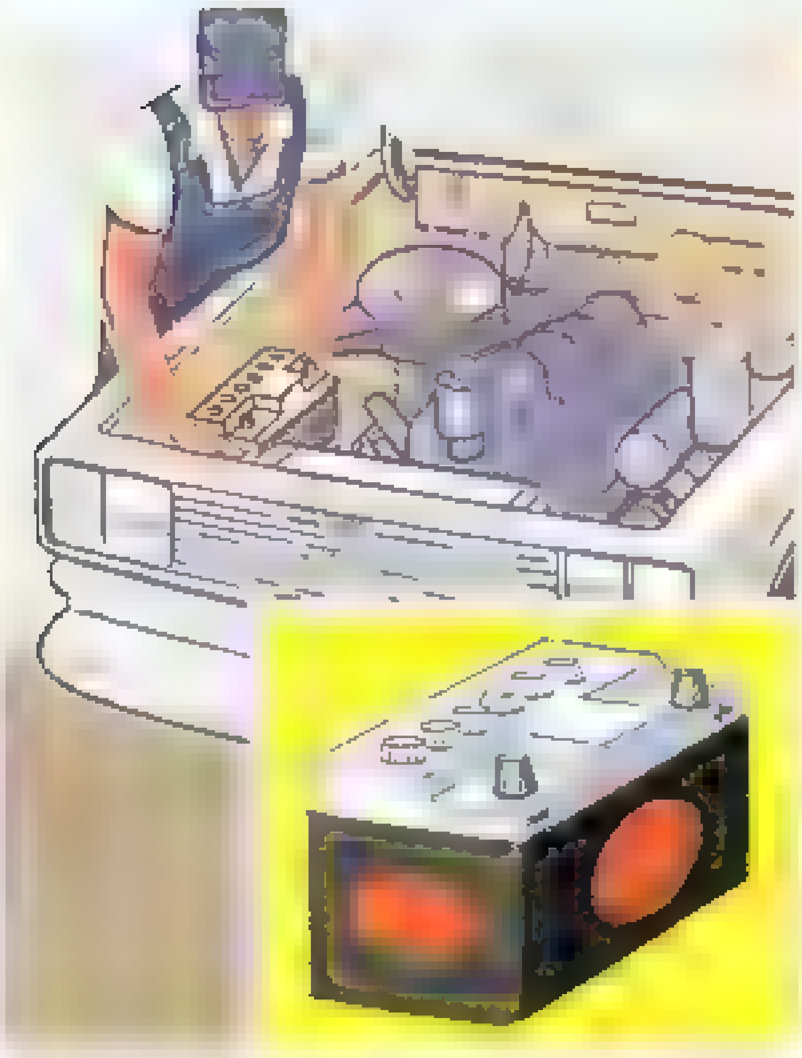


لِيَصِلَ إلى داخِلِ المنزلِ...

لعبةٌ تُوجَّهُ مِنْ بَعيدٍ



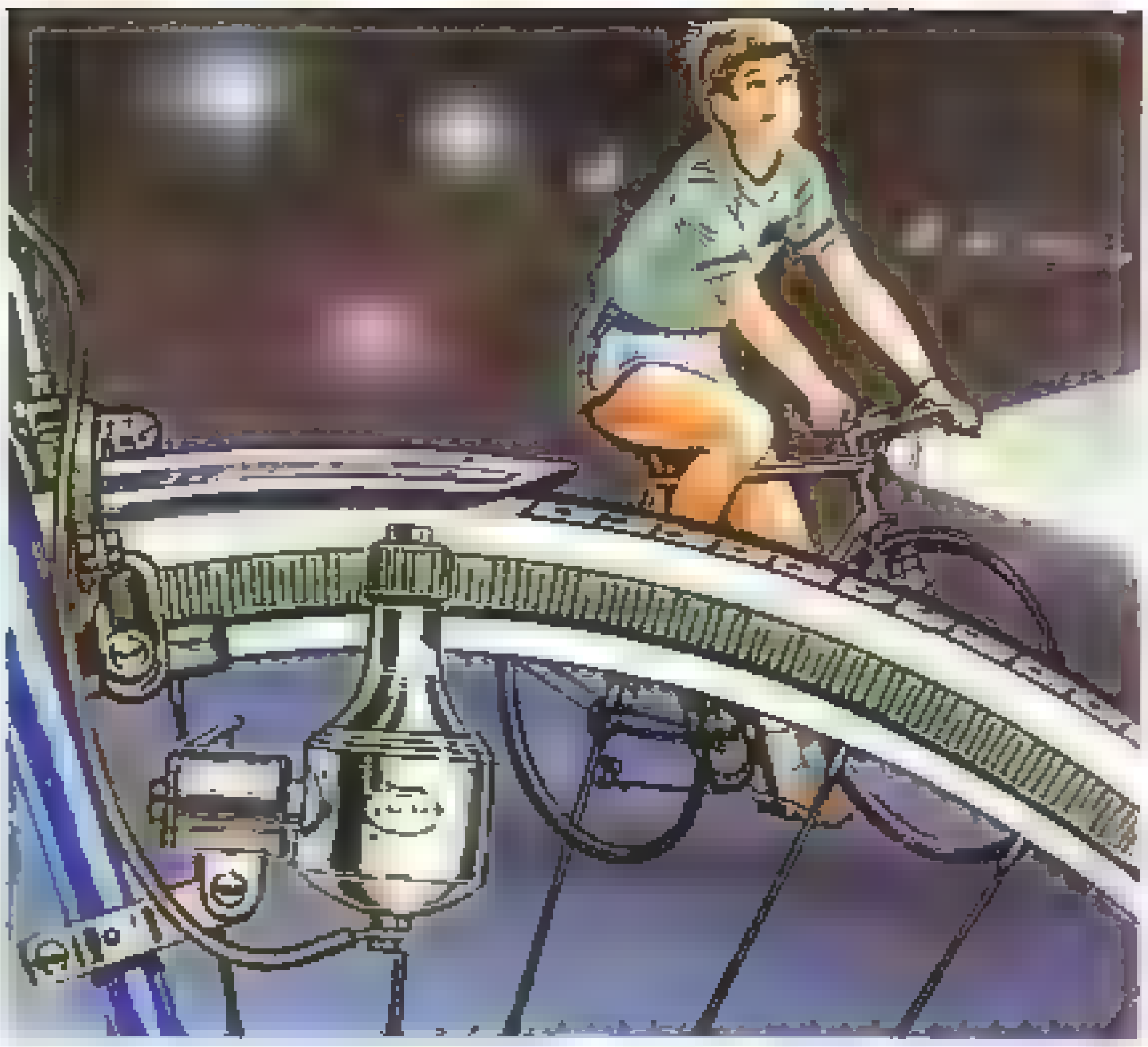
مِصباحُ الجيبِ

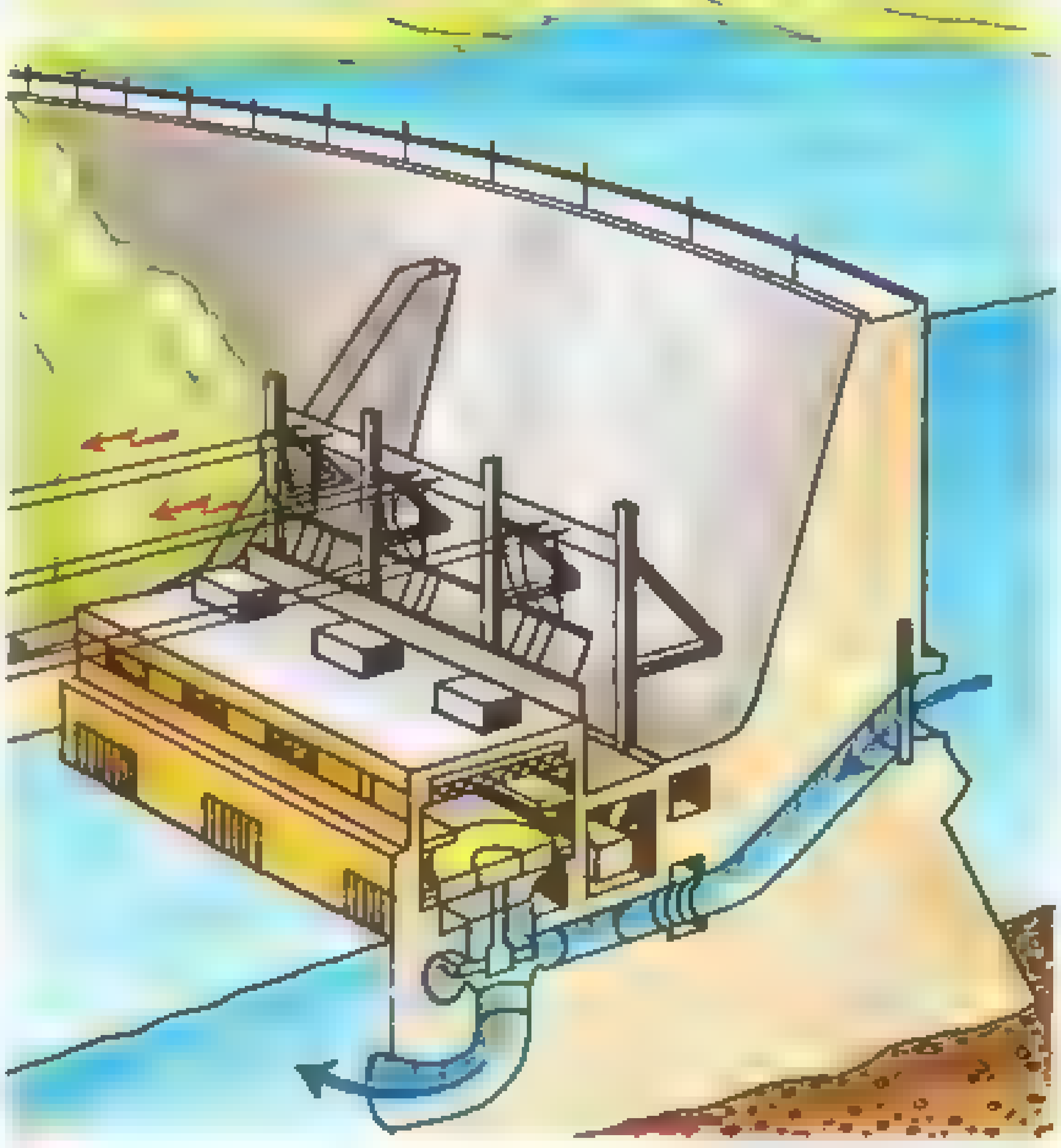


بَطارِيَّةُ سيَّارَةٍ

كَيْفَ يُمْكِنُ تَوْلِيدُ الْكَهْرَبَاءِ مِنَ الْمَاءِ؟

غالِبًا ما تكونُ هُناكَ عُلْبَةٌ صغيرةٌ قُرْبَ عَجَلَةِ الدَّرَّاجةِ: إنَّها الدينامو. تَحْتَكُّ العجلةُ بالدينامو، فَتُديرُ في داخِلِهِ مُحَرِّكًا صَغيرًا يُوَلِّدُ الكهرباءَ. وَهذَا يكفي لإضاءَةِ مصباحِ الدَّرَّاجَةِ الصغيرِ. وَفي المصانِعِ التي تُنْتِجُ الكهرباءَ، يُسَمَّى الدينامو الضَّخْمُ بالمُرَدِّدِ. قُوَّةُ الشَّلَّالِ، مَثَلًا، يُمْكِنُ أَنْ تُديرَ عَجَلَةً تُشَغِّلُ مُرَدِّدًا. وَإِذَا جَعَلْنَا الماءَ يَمُرُّ في أنابيبَ ضَيِّقَةٍ، فَإِنَّنَا نُضاعِفُ قُوَّتَهُ، وَهكَذَا تَزْدَادُ قُوَّةُ المُرَدِّدِ.

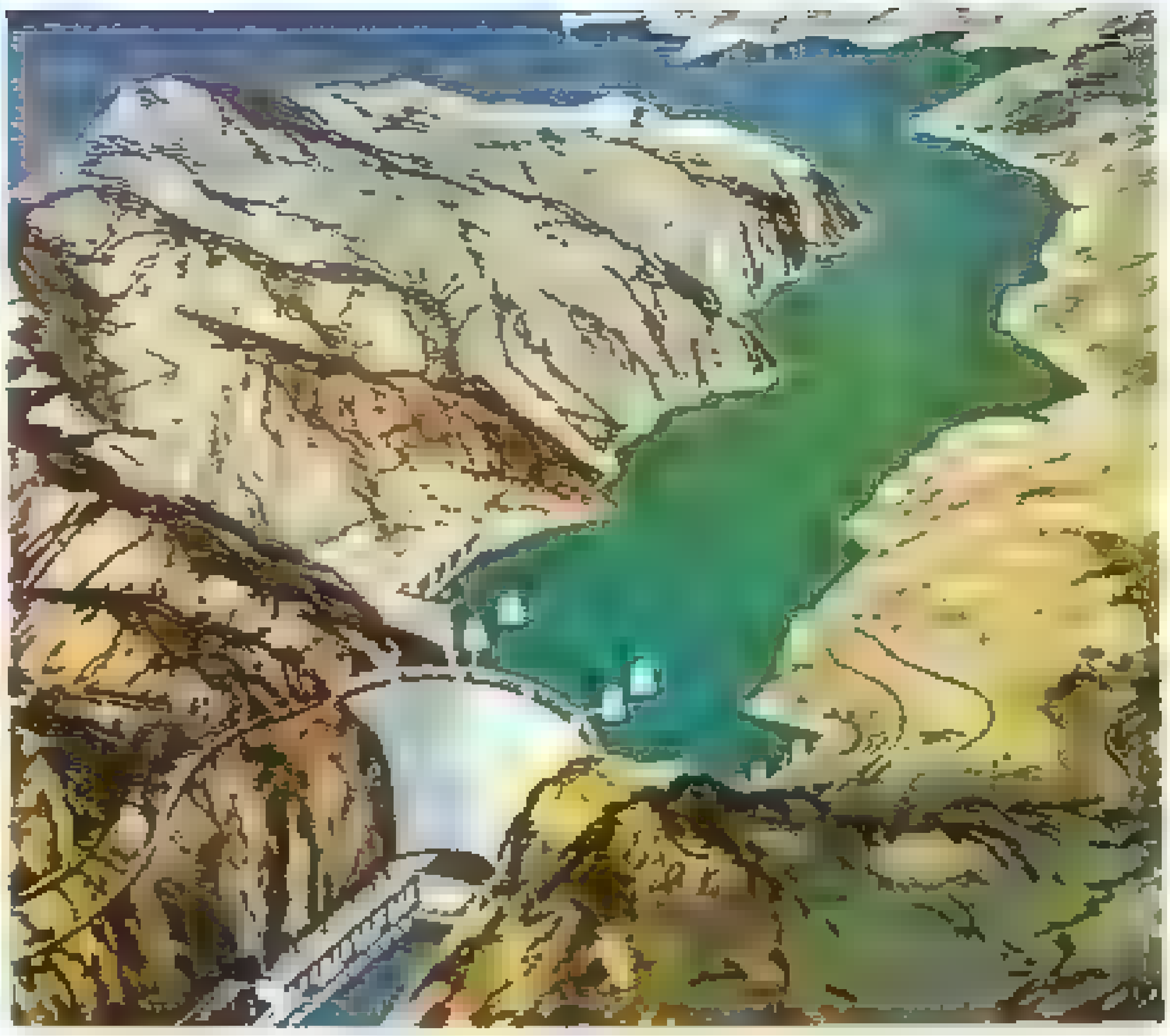




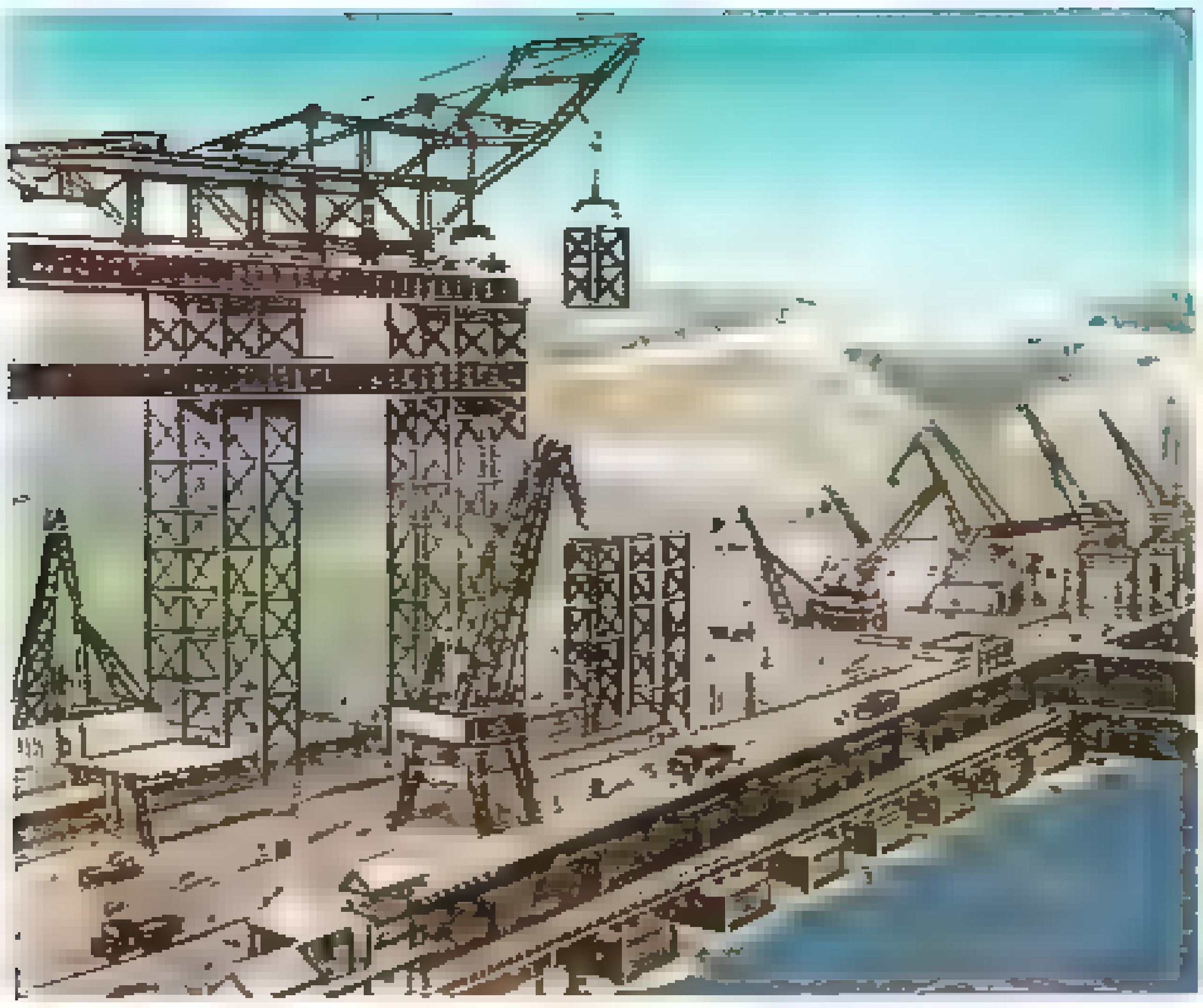
دينامو وتربينة يولدان الكهرباء

هَلْ يُمْكِنُ اسْتِعْمَالُ قُوَّةِ الْبَحْرِ أَيْضًا؟

يَرْتَفِعُ الماءُ وَيَنْخَفِضُ، عَلَى شَوَاطِئِ المُحيطاتِ، مَرَّتَيْنِ في اليومِ. هذَا ما يُسَمَّى بالمَدِّ والجَزْرِ. وفي بعضِ المناطِقِ مِنَ العالَمِ، يكونُ هذَا التَّفَاوُتُ فِي ارْتِفاعِ مُسْتَوَى الماءِ كبيرًا جِدًّا. اذ يبلغُ عَشَرَةَ أمتارٍ. إذا أُقيمَ سَدٌّ في مِثْلِ هذِهِ المناطِقِ، فَمِنَ المُمْكِنِ أَنْ تُوَلَّدَ الطاقةُ الكهربائِيَّةُ بِفَضْلِ قُوَّةِ الماءِ المُنْصَبِّ في اتجاهِ الشاطِئِ، ثُمَّ في الاتجاهِ المعاكِسِ. هكَذَا يَعْمَلُ المَصْنَعُ المُعْتَمِدُ عَلَى طاقَةِ البَحْرِ. كَمَا يُحَاوِلُ المُهَنْدِسُونَ أَنْ يُوَلِّدُوا الكَهْرَبَاءَ بِفَضْلِ قُوَّةِ الأَمْوَاجِ.



بناءُ سدٍّ.



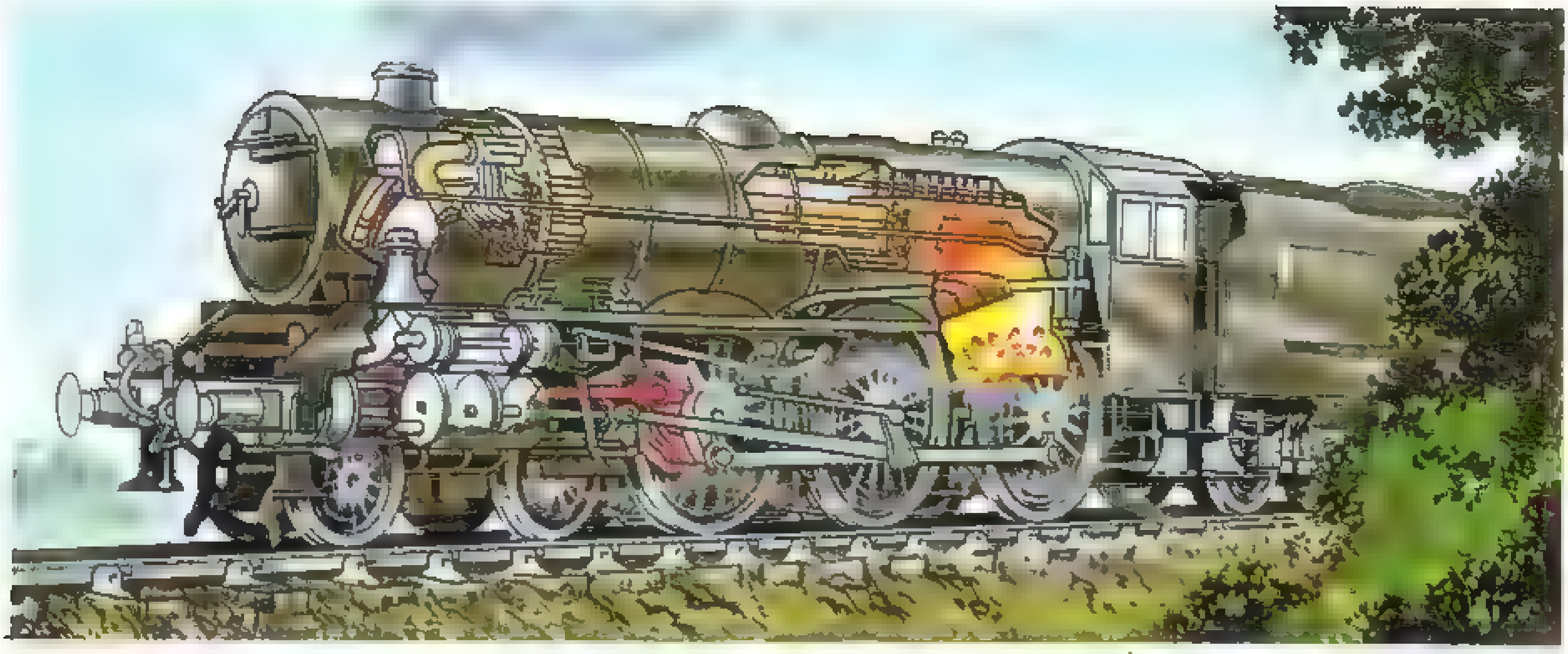
سيُساعدُ على توليدِ الكهرباءِ

مَا نَفْعُ السَّدِّ؟

تُبنَى السُّدُودُ لِكَيْ «تَسُدَّ الطريقَ» أَمَامَ نَهرٍ أَوْ سَيْلٍ، بِجِدَارٍ مِنَ الطينِ أَوْ مِنَ الباطونِ. تتكوَّنُ عندئِذٍ بُحَيْرَةٌ صناعيَّةٌ مِنَ الماءِ الذي يوقِفُهُ السَّدُّ. وغالبًا ما تكونُ هذِهِ البُحَيْرَةُ مرتفِعَةً جدًّا. لكِنَّ مِيَاهَهَا لا تَمُرُّ فَوْقَ الجِدَارِ، بَلْ تَنْصَبُّ عَبْرَ سُكُورٍ أَوْ في أنابيبَ عليظَةٍ.

حينَ تَصِلُ إلى أَسْفَلِ السَّدِّ، تُدِيرُ المَرَاوِحَ التي تُشَغِّلُ المُرَدِّدَاتِ، وبِقَدْرِ ما يكونُ السَّدُّ مُرْتَفِعًا، تزدادُ قُوَّةُ الماءِ، وَيَزْدَادُ بالنَّتِيجَةِ تَوْلِيدُ الطاقَةِ الكهربائِيَّةِ.

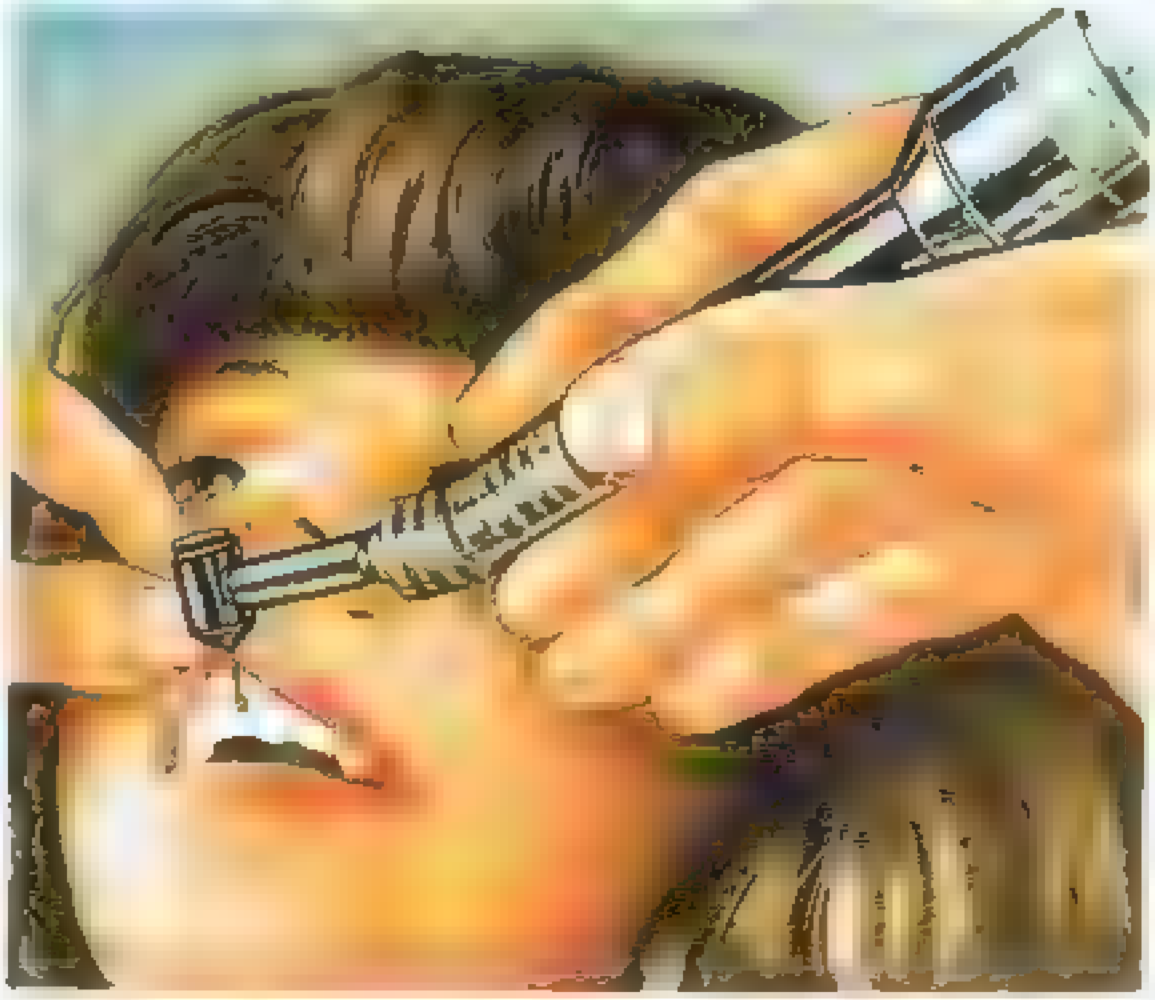
مَصْنَعُ «الرانس»، في مِنْطَقَةِ بريتانيا الفرنسيَّةِ ينتجُ الكهرباءَ بفضلِ المدِّ والجزْرِ



قُوَّةُ الْقَاطِرَةِ الْبُخَارِيَّةِ مُدْهِشَةٌ

هَلْ يُشَغِّلُ الْهَوَاءُ أَيْضًا بَعْضَ الآلاتِ؟

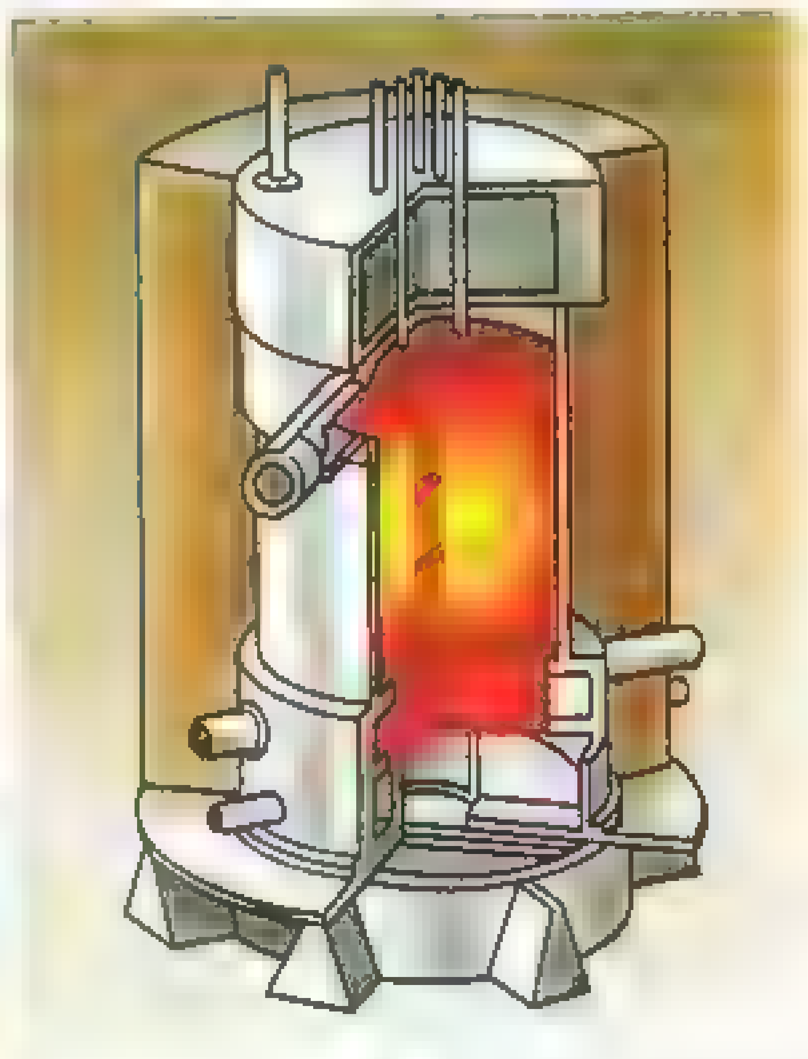
الهواءُ المحيطُ بِنَا يُتِيحُ لَنَا أَنْ نَتَنَفَّسَ. لكِنَّ لَهُ كَذلِكَ قُوَّةً. إذا ثُقِبَتْ عَجَلَةُ دَرَّاجَتِكَ، فإنَّ الهَوَاءَ الخارِجَ مِنْهَا يُحْدِثُ صَفِيرًا، وَيُثِيرُ الغُبَارَ مِنْ حَوْلِهِ. هذَا الهَوَاءُ الَّذي «ضَغَطْتَهُ» في العجلَةِ، إذْ نَفَخْتَهَا بالمِنْفَاخِ، يُمَارِسُ إذًا قُوَّةً مُعَيَّنَةً لَدَى انفلاتِهِ. وَهكَذَا فإنَّ الهواءَ المَضْغُوطَ يُمْكِنُ أَنْ يُشَغِّلَ مُحَرِّكَاتٍ. يكفي أَنْ يُمَرَّرَ بِسُرْعَةٍ في أنابيبَ صغيرةٍ وَعَبْرَ ثُقُوبٍ دقيقَةٍ جدًّا، لِكَيْ يصيرَ قَوِيًّا جدًّا. هكَذَا يُشَغِّلُ الهَوَاءُ المضغوطُ، مَثَلاً، الفارِزَةَ التي يَسْتَعْمِلُهَا أَطِبَّاءُ الأَسْنَانِ.



الْهَوَاءُ الْمَضْغُوطُ يُشَغِّلُ بَعْضَ الْآلَاتِ

كَيْفَ تَسِيرُ الْقَاطِرَةُ الْبُخارِيَّةُ؟

حِينَ يَغْلِي الماءُ في قِدْرٍ، يكونُ البُخَارُ المتصاعِدُ مِنْهُ قَوِيًّا بِمَا فيهِ الكفايةُ لِكَيْ يرفعَ الغِطَاءَ. اذا وَضَعْنَا ماءً كثيرًا في مِرْجَلٍ ضَخمٍ، فإنّنا نستطيعُ أَنْ نَحْصُلَ عَلَى قُوّةٍ كبيرَةٍ جدًّا. اذا كانَ البُخارُ لا يتصاعَدُ إلاَّ عَبْرَ فتحةٍ صغيرَةٍ، أيْ عَبْرَ أُنبوب عَلَى سبيلِ المثالِ، فإنَّ قُوَّةَ انْفِلاتِهِ تُصْبِحُ أَكْبَرَ فأَكْبَرَ، بحيث يُمْكِنُ أَنْ تُشَغِّلَ آلاتٍ ضخمَةً. هكَذَا كانَتْ تَتَقَدَّمُ القاطِرَاتُ الأُولَى. واليومَ أَيْضًا، يُسْتَعْمَلُ البُخَارُ لِتَشْغِيلِ مُحرِّكاتٍ أو مُوَلِّدَاتٍ تُنْتِجُ الكَهْرَباءَ.

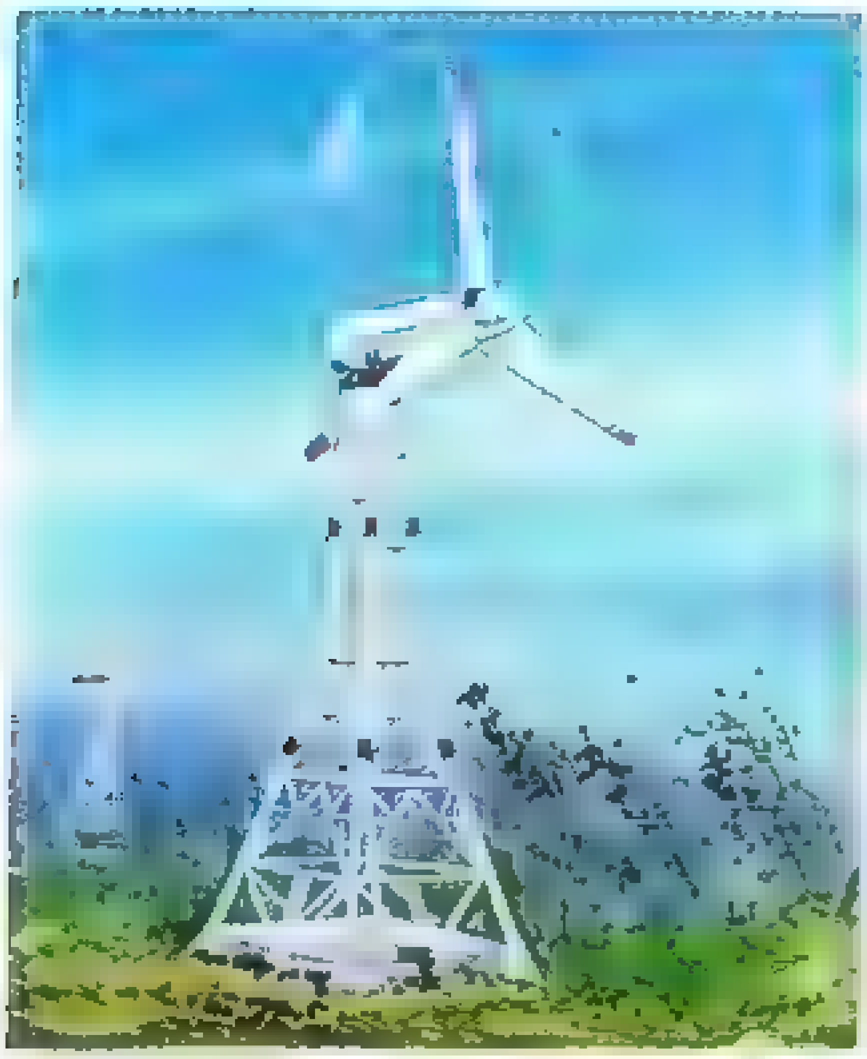


مُفاعِلٌ ذرّيٌّ مِنَ الداخِلِ

أَبْرَاجُ تبريدِ مَحَطَّةٍ نَوَوِيَّةٍ

مَا الْمَحَطَّةُ النَّوَوِيَّةُ؟

كُلُّ شيءٍ في الطبيعةِ مُؤَلَّفٌ مِنْ «حبّاتٍ» لامَرْئِيَّةٍ، هيَ الذَّرَّاتُ. إِذَا فكَكْنَا بَعْضَهَا، فإنّنا نَحْصُلُ بِذلِكَ عَلَى كَمّيّاتٍ كبيرَةٍ مِنَ الحَرَارَةِ. هُنَاكَ مَصَانِعُ مِنْ نوعٍ خاصٍّ، تُسَمَّى بالمحطّاتِ النَّوَوِيَّةِ، وتُنْتِجُ بِهذِهِ الطريقَةِ، مِنْ كَمّيَّةٍ قليلَةٍ جدًّا مِنَ المادَّةِ، طاقَةً يَتَطَلَّبُ إِنْتاجُهَا أَطْنَانًا مِنَ الفَحْمِ الحَجَرِيِّ. إِنَّهَا بالنتيجَةِ اقتصاديَّةٌ جدًّا. وبَعْدُ، فَلَنْ تَنْقُصَنَا الذَّرَّاتُ!



مُحرِّكٌ هوائيٌّ

هذِهِ سفينةُ العربيّةِ تستعمِلُ قوّةَ الرّيحِ

هَلْ يُمْكِنُ اسْتِغْلالُ نَارِ الْبَرَاكِينِ؟

كَلاَّ، لأَنَّ البراكينَ تَنْفجِرُ بِقُوَّةٍ كبيرةٍ جِدًّا. والحالُ انَّ الحرارةَ تزدادُ بِقَدْرِ ما نَنْزِلُ في جَوْفِ الأَرْضِ. وَقَلْبُ كوكبِنا تَتَجاوَزُ حَرارَتُهُ خَمْسَةَ آلافِ دَرَجةٍ. لا ضرورةَ للنُّزولِ إلى هذا العمقِ؛ يكفي مَثَلاً أَنْ نَسْتَغِلَّ المِياهَ الجَوْفِيَّةَ الحارَّةَ. إذا استُمِدَّتْ مِنْ عُمْقِ أَلْفَيْ مترٍ، فإنَّ حرارَتَها تكونُ كافِيَةً إلى حدٍّ بعيدٍ لتدفِئَةِ المَنَازِلِ. وَمِنْ مَكانٍ أَعْمَق، يُمْكِنُ إِنْتاجُ الكهرباءِ بِفَضْلِ بُخارِها الحارِقِ.

مَا الطَّاقَةُ الشَّمْسِيَّةُ؟

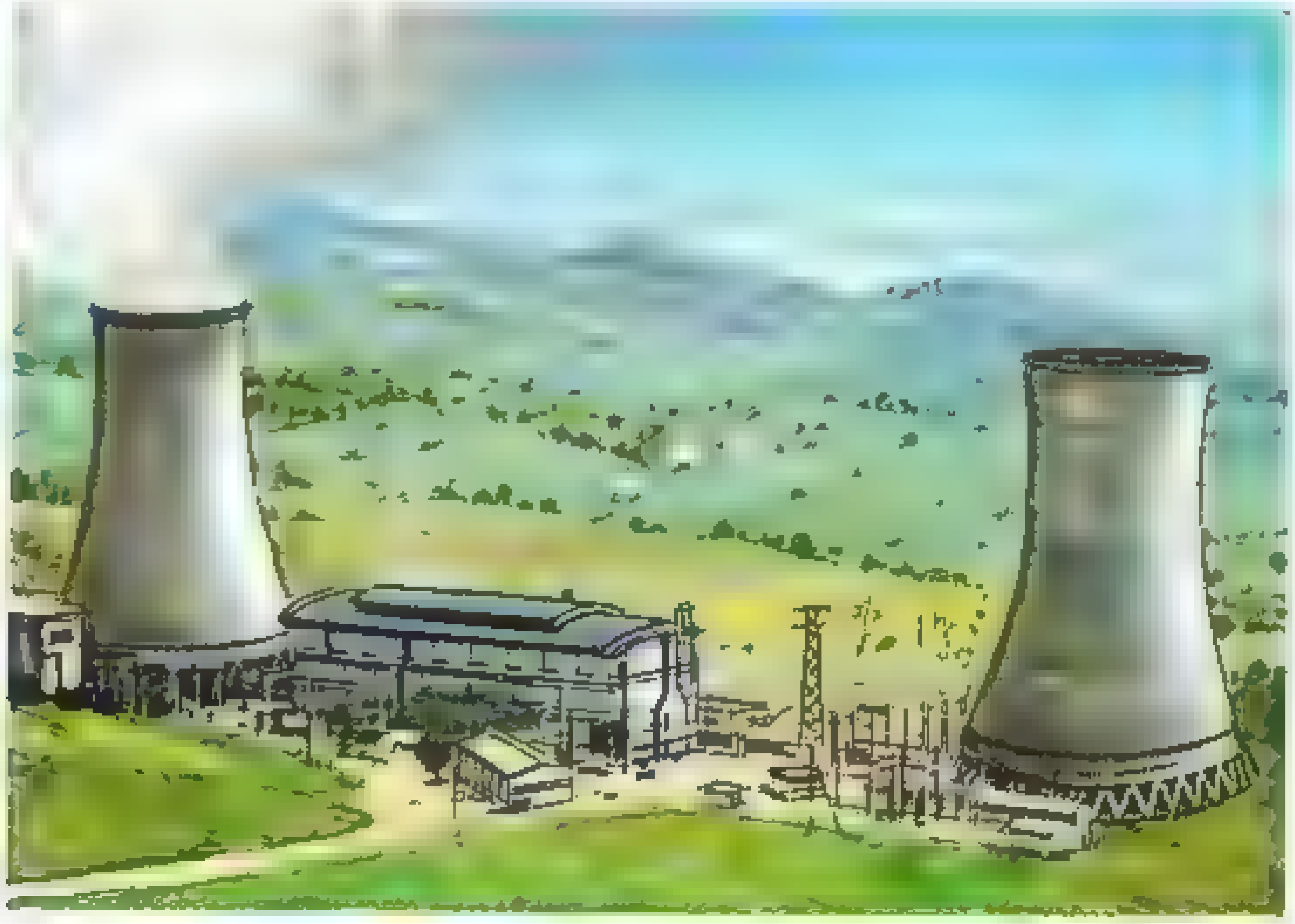
تُدفَّأُ البيوتُ الشَّمْسِيَّةُ بِفَضْلِ أَشِعَّةِ الشَّمْسِ التي تَدْخُلُ في النهارِ عَبْرَ زُجاجِ النَّوافِذِ. وفي اللَّيْلِ، تَمْنَعُ الصُّفُوفُ العازِلَةُ خُرُوجَ هذِهِ الحَرارَةِ. والأَلْواحُ الشَّمْسِيَّةُ التي تَراها أحيانًا عَلَى سُطوحِ المَنازِلِ تُسَخِّنُ سائِلاً يَدُورُ بَعْدَئِذٍ في أَنابيبِ التدفِئَةِ المركزِيَّةِ. أَمَّا الأَفْرانُ الشمسِيَّةُ فَلَها مَرَايا كثيرةٌ تُجَمِّعُ أَشِعَّةَ الشَّمْسِ في نُقْطَةٍ واحِدَةٍ تَرْتَفِعُ فيها الحرارَةُ إلى دَرَجَةٍ عَالِيَةٍ جدًّا. وأخيرًا، تُسْتَعْمَلُ خَلايا ضوئِيَّةٌ كهربائِيَّةٌ لتحويلِ نورِ الشَّمْسِ مباشَرَةً إلى كهرباء، كما هيَ الحالُ في الأَقْمارِ الصِّناعِيَّةِ.

لِمَاذَا يُحْكَى عَنْ طَاقَاتٍ جَدِيدَةٍ؟

هذِهِ الطَّاقَاتُ الَّتِي تُسَمَّى «جَدِيدَةً» مَوْجُودَةٌ فِي الواقِعِ منذُ البِدَايَةِ. ففي الماضي، كانَتْ تُسْتَعْمَلُ لِسُهُولَةِ العُثُورِ عَلَيْهَا في الطبيعةِ: كالرِّيحِ لِتَسْيِيرِ المَرَاكِبِ، أَوْ خَشَبِ الغاباتِ للتدفئةِ... شَيْئًا فَشَيْئًا، احتاجَ النَّاسُ إلى مصادِرَ أُخْرَى للطاقةِ، كَيْ يُدِيرُوا آلاتِهِمْ.

والحالُ أَنَّنَا نُعَاوِدُ اليومَ استعمالَ هذِهِ الطاقاتِ الطبيعيَّةِ، لكِنْ بِشَكْلٍ مُخْتَلِفٍ. فَمَثَلًا، بَعْضُ السُّفُنِ، وَحَتَّى ناقِلاتُ النِّفطِ، تَتَقَدَّمُ مِنْ جَدِيدٍ بِفَضْلِ الأَشْرِعَةِ. لَكِنَّ هذِهِ الأَخِيرَةَ ذاتُ شكلٍ مُخْتَلِفٍ تَمامًا.

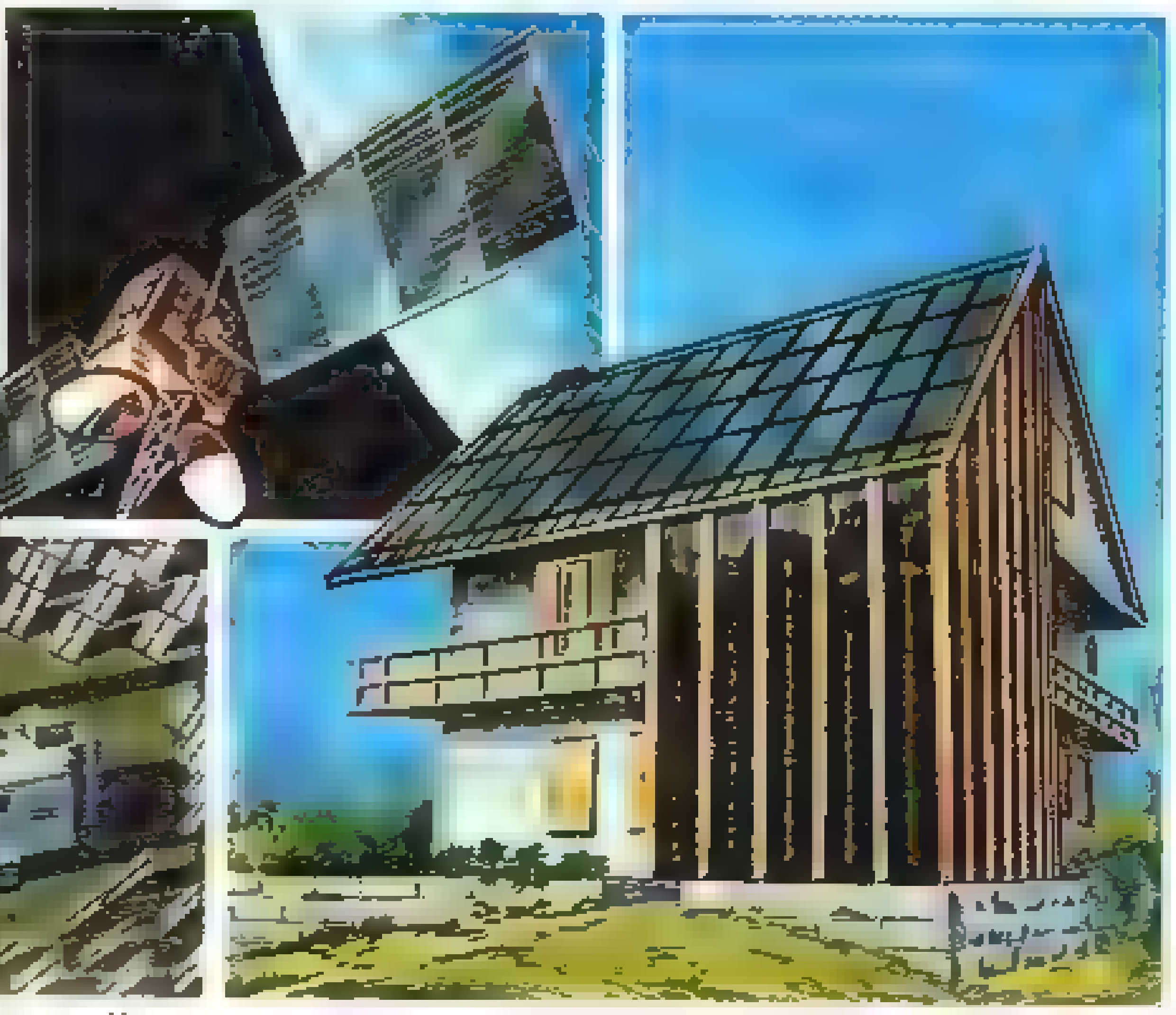
حَرَارَةُ الأَرْضِ تُفَجِّرُ البَرَاكِينَ



تُسْتَعْمَلُ حَرَارَةُ الأَرْضِ فِي إِنْتَاجِ الكَهْرَبَاءِ

فُرْنٌ شَمْسِيٌّ

مَحَطَّةٌ شَمْسِيَّةٌ لِلْكَهْرَبَاءِ



قَمَرٌ صِنَاعِيٌّ وَبَيْتٌ شَمْسِيٌّ

هَلْ يُمْكِنُ أَنْ تَخْتَفِيَ الطَّاقَةُ كُلِّيًّا؟

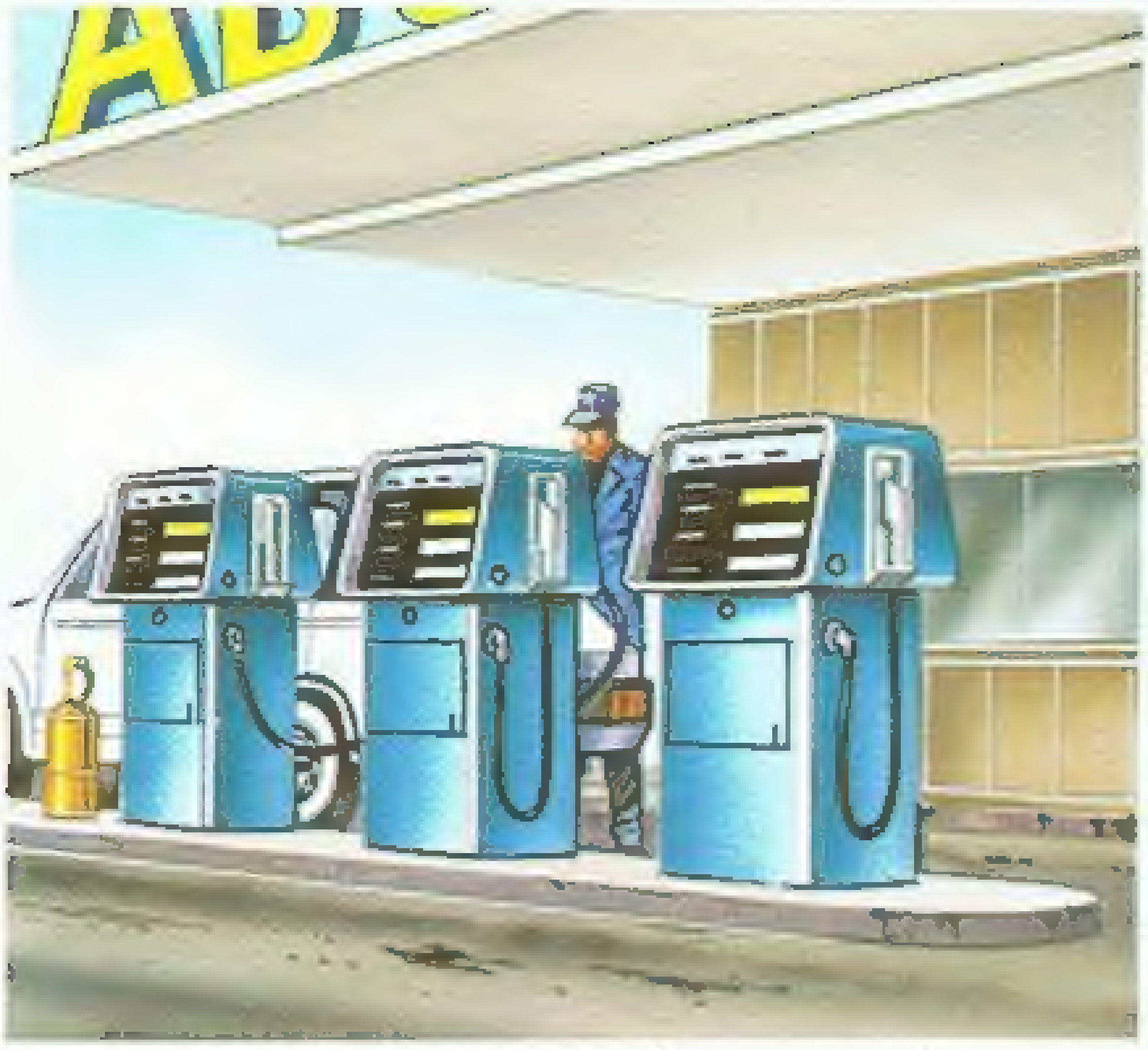
لَقَدْ وَجَدْنَا حتَّى الآنَ، فَوْقَ الأَرْضِ وتَحْتَهَا، مصادِرَ كثيرةً للطاقةِ. لكِنَّ البَشَرَ، عَلَى كوكَبِنا، يَسْتَهْلِكُونَ المزيدَ مِنْهَا باستِمْرَارٍ، لأَنَّ أَعْدَادَهُمْ فِي تزايُدٍ مُستَمِرٍّ. قُوَّةُ الماءِ، أَوِ الريحِ، أَوِ الحَيَوَانَاتِ، كانَتْ سَهْلَةَ الاستعمالِ. ثُمَّ احْتَجْنَا إلى استخدامِ الفَحْمِ الحَجَرِيِّ، أَوِ النَّفْطِ أَوِ الطاقةِ النَّوَوِيَّةِ. أَمَّا اليومَ، فَيَجِبُ أَنْ نَتَخَيَّلَ تِقْنِيَّاتٍ جَدِيدَةً، وَمَوَارِدَ أُخْرَى. إِذا تَوَصَّلْنا إلى ذلِكَ، فَلَنْ تَنْقُصَنَا الطَّاقَةُ أَبَدًا.

لِمَاذَا يُقَالُ إِنَّنَا يَجِبُ أَنْ نَقْتَصِدَ فِي الطَّاقَةِ؟

تتزايَدُ كلفَةُ الطاقةِ يومًا بعدَ يومٍ. يَجِبُ أَنْ نَتَعَلَّمَ كَيْفَ لا نُبَدِّدُهَا بَلْ كَيْفَ نَقْتَصِدُ فِي إِنْفَاقِهَا. اليومَ مَثَلاً، تُعزَلُ البيوتُ تلافِيًا لفقدانِ حرارَةِ التدفِئَةِ. تُصنَعُ سَيَّاراتٌ تَسْتَهْلِكُ أَقَلَّ قَدْرٍ مُمْكِنٍ مِنَ الوَقُودِ. كَمَا يُحَاوِلُ الناسُ أَنْ يُعِيدُوا اسْتِعْمَالَ الطاقةِ المُسْتَعْمَلَةِ. وَهكَذَا، فإِنَّ الماءَ الذي تُبَرَّدُ بِهِ مَحَطَّاتُ توليدِ الطاقَةِ النَّوَوِيَّةِ، يُمْكِنُ أَنْ يُسْتَعْمَلَ بَعْدَئِذٍ في تَسْخِينِ أَنابيبِ التَّدْفِئَةِ المَرْكَزِيَّةِ. وَحَتَّى نُفَاياتُ المُدُنِ، يَتَزَايَدُ اللجوءُ إلى إحراقِهَا لتوليدِ الطاقةِ الكهربائِيَّةِ.

يَتَزَايَدُ استهلاكُ الإِنسانِ للطاقةِ

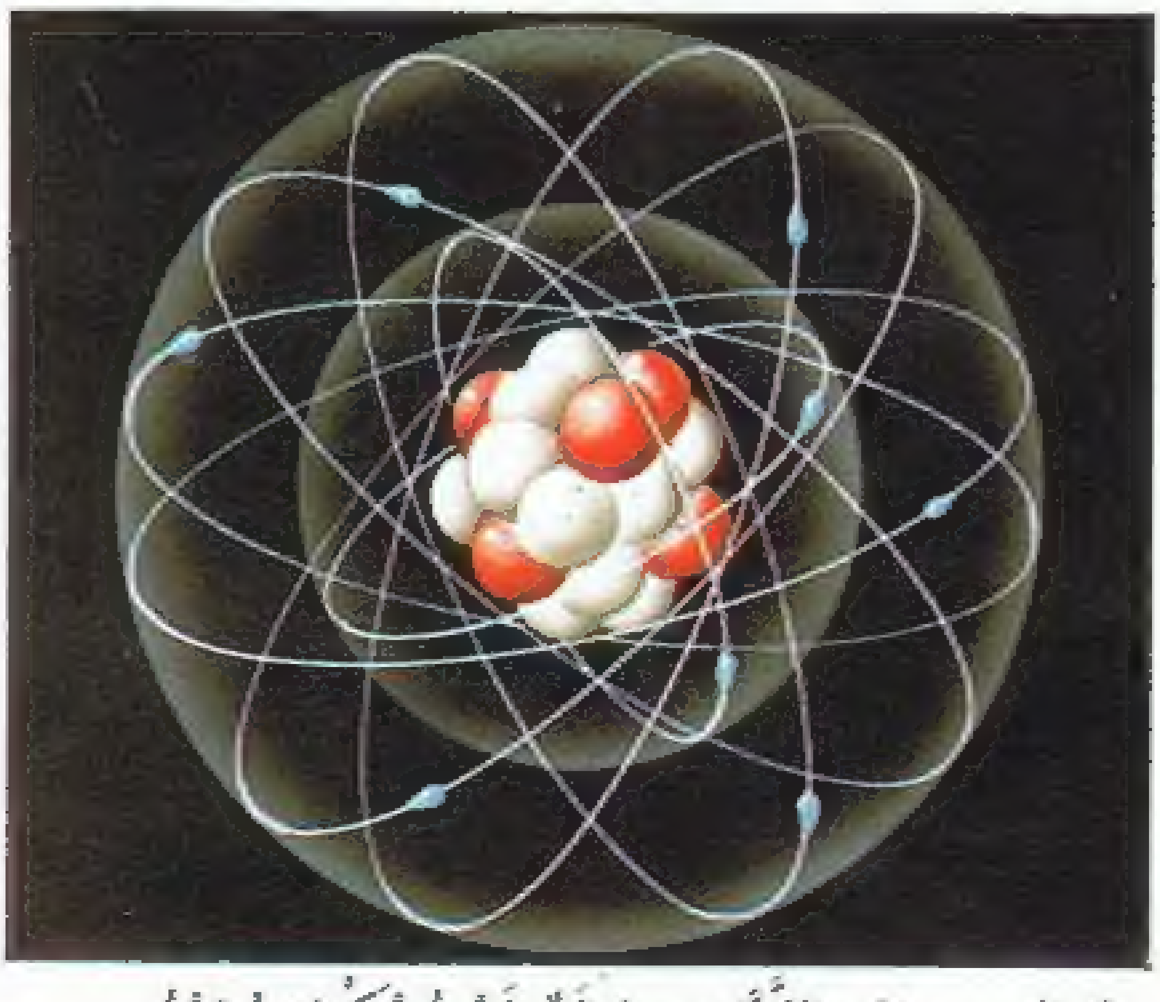
عزْلُ المَنازِلِ مُفيدٌ جدًّا



ليسَ النفطُ غيرَ قابلٍ للنَّفادِ

هَلْ يُمْكِنُ أَنْ نجدَ الطَّاقَةَ خَارِجَ الأَرْضِ؟

هيهاتِ أَنْ نكونَ قَدِ اسْتَغْلَلْنَا كُلَّ مَوَارِدِ الطاقَةِ في كوكَبِنَا. فكِّرْ فَقَطْ في حرارةِ الأرضِ، في أشِعَّةِ الشَّمْسِ، في قُوَّةِ البِحارِ؛ وكُلُّهَا طاقاتٌ لا تَنْفَدُ عَمَلِيًّا. وتَصَوَّرْ، خارِجَ الأَرْضِ، الكَوَاكِبَ الأُخْرَى، والنجومَ، والمَجَرَّاتِ، والكونَ كُلَّهُ. لَقَدِ انْطَلَقْنَا بِفَضْلِ الأقمارِ الصناعِيَّةِ والصواريخِ إلى الفضاءِ الرحبِ، حيثُ لَمْ يُسْتَكْشَفْ كُلُّ شيءٍ بَعْدُ. إِنَّهُ عالَمٌ لا نهائِيُّ الكِبَرِ. ولا نِهائِيُّ الصِّغَرِ أَيْضًا: لأَنَّ الذَّرَّاتِ لَمْ تَبُحْ لَنَا بَعْدُ بِكُلِّ أَسرارِهَا. يا لِلمُغَامَرَاتِ المُشَوِّقَةِ التي ما زالَتْ تَنْتَظِرُنَا!



مِنَ النجومِ إلى الذَّرَّاتِ: عالَمٌ لَمْ يُسْتَكْشَفْ بَعْدُ

فوق الارض وتحتها

الآجُر: ٤٢ ، ٤٣
الاحجار ال:كريمة ، ٤٥
الاسمنت: ٤٢
الإشارات: ٢٣
الألماس: ٣٤، ٣٥، ٤٥
انابيب الغاز: ٣٨
انابيب النفط: ٣٨
الاورانيوم: ٣٥

البئر: ٣٢
الباصات الكهربائية: ٢٧
الباطون: ١٤، ٤٢
البخار: ٥٥، ٥٦
البرج النفطي: ٣٠، ٣٨
البركان:٥٦، ٥٧
البرونز: ٣٧
البطارية: ٥٠

الترع: ٢٥

الجصّ: ٤٢
الجيوب الغازية: ٣٣

الحجارة: ٣١، ٤٣
الحجر الكلسي: ٤٢، ٤٣
الحديد: ٣١، ٣٤، ٣٥، ٣٦، ٣٧، ٤٤
الحفر: ٣٨، ٣٩

خزان الكهرباء: ٥٠
الخليط: ٣٧

الدراجة: ١٩، ٢٧، ٥٢
الدراجات الترادفية: ٢٧
الدراجات النارية: ١٨، ١٩
الدهليز: ٣١، ٣٢
الدينامو: ٥٢

الذرّات: ٤١، ٥٥، ٥٩
الذهب: ٣٢، ٣٥، ٤٤

الرصاص: ٣٥
الرصيف المتحرك: ٢٧
الرمل: ٤٢

الزفت: ٢١، ٤٠
الزلاجات: ٢٧

السباق: ١٨
السد: ٥٢، ٥٣
السرعة: ١١، ١٩، ٢٠، ٢٣، ٢٦
السفن: ١٢، ١٥، ٢٧
السلامة: ١٨، ٢٠، ٢٦
السيارة: ١٠، ١١، ١٢، ١٥، ٢٠، ٢٦، ٢٧

الصخور: ٣٢، ٣٤، ٣٥، ٣٨، ٤٢، ٤٣
صهارة الحديد: ٣٦

الطائرة: ٢٦
الطاقة: ٤٨، ٤٩، ٥٥، ٥٨، ٥٩
الطاقات الجديدة: ٥٧
الطاقات الشمسية: ٥٦
الطاقات النووية: ٥٠، ٥٨
الطرقات: ١٠، ١٢، ٢١
طرق السيارات (اوتوستراد)، ١٢، ٢٠

العجلات: ١٨، ٢١، ٢٢
العربة ذات العجلتين: ٢٧

الغاز: ٣٣، ٣٤، ٣٨، ٣٩

الفرن العالي: ٣٦، ٣٧
الفولاذ: ١٤، ٢١، ٣٦

القاطرة: ٢٢، ٤٩، ٥٥
القطار: ١٠، ١٢، ٢١، ٢٢، ٢٣، ٢٦، ٢٧
قطار السرعة القصوى: ٢٢
القطارات الكهربائية: ٢٧
القمر الصناعي: ٥٦، ٥٩
القنوات: ٢٥
قوة البحر: ٤٩، ٥٠، ٥٢
قوة الريح: ٤٨، ٥٧، ٥٢

الماء: ٤٨، ٥٢، ٥٣، ٥٨
المحرك: ١٦، ١٨، ١٩، ٢٤، ٤٨، ٤٩، ٥٤، ٥٥
المحطة: ٢٧
المحطة النووية: ٥٥، ٥٨
المحوّلات: ٢٢
المردد: ٥٢، ٥٣، ٥٥
المراكب النهرية المسطحة: ٢٤، ٢٥
المراكب الهوائية: ٢٧
مصعد السفن: ٢٥
مصفاة النفط: ٤٠
المصنع المعتمد على طاقة البحر: ٥٢
المطارق النقارة: ١٤، ٣٢
المعادن: ٣٧، ٤٤
المقلع: ٤٣
المكابح: ١٦، ١٨
المكبس: ١٦
المنجم: ٣٢، ٣٥، ٤٣، ٤٤، ٤٥
المواد الاولية: ٣٠، ٣١، ٤٣
المواد اللدائنيّة: ٤١
المواد المنجمية: ٣٤، ٣٥، ٣٦، ٣٧، ٤٣

النحاس: ٣٤، ٣٧
نفاث الطائرة: ٤٨
النفط: ٣١، ٣٤، ٣٨، ٣٩، ٤٠، ٥٨
النفق: ١٠، ١٤، ١٥، ٣٢
النوابض: ١٦

الهواء المضغوط: ٤٥
هيكل السيارة: ١٦، ١٩

وسائل النقل: ١٠، ٢٧

فوق الأرض وتحتها

كَيفَ يُديرُ المُحرِّكُ عَجلاتِ السيَّارَةِ؟

لماذا يُوضَعُ الزِّفْتُ على الطُّرقاتِ؟

هَلْ توجدُ وسائِلُ نَقلٍ غَريبةٌ جدًّا؟

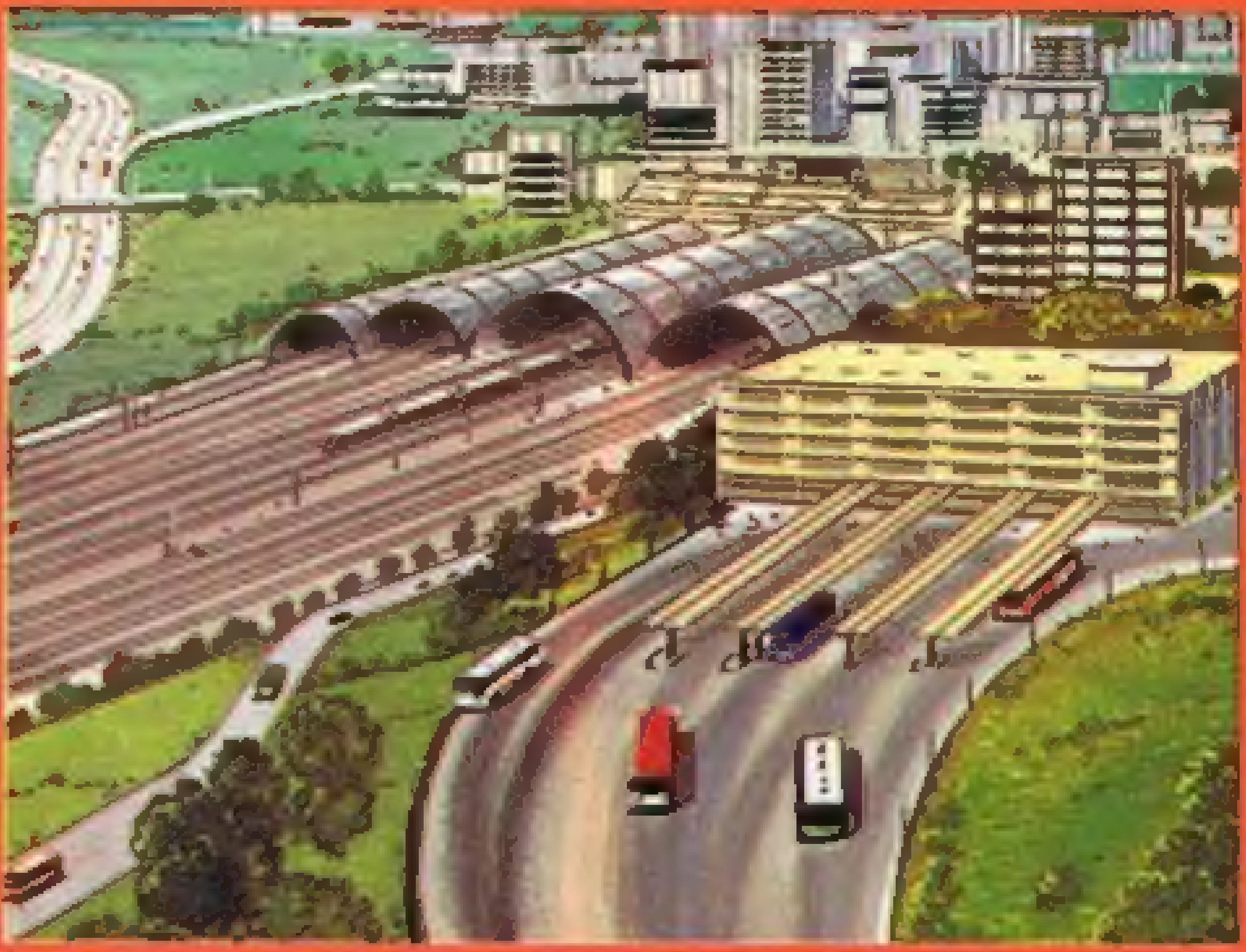
أيسودُ الظَّلامُ حقّاً تحتَ الأَرْضِ؟

لماذا تَشْتَعِلُ بعضُ آبارِ النِّفْطِ؟

كيفَ نَجدُ الذَّهبَ؟

ما نَفْعُ الطاقةِ؟

هَلْ يُمْكِنُ أنْ نَجِدَ الطَّاقَةَ خارِجَ الأَرْضِ؟



أسئلة . . . وأجوبة

وضعها وأشرف عليها إختصاصيون في علم التربية والعلوم المختلفة.

أسئلة . . . وأجوبة

تتناول المواضيع الأكثر إثارةً للفضول العلمي، وتعالج بشكل مشوّق يراعي أغراض الدقّة العلمية.

أسئلة . . . وأجوبة

لغة سهلة مبسّطة مع تشكيل وتحريك الكلمات لتسهل قراءتها ويستقيم المعنى اللغوي.

أسئلة . . . وأجوبة

تُغني المعرفة العلمية لدى الأطفال والأولاد.

أسئلة ؟ وأجوبة

أقرب من أسئلة الأبناء . . .

أبعد من أجوبة الآباء